This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

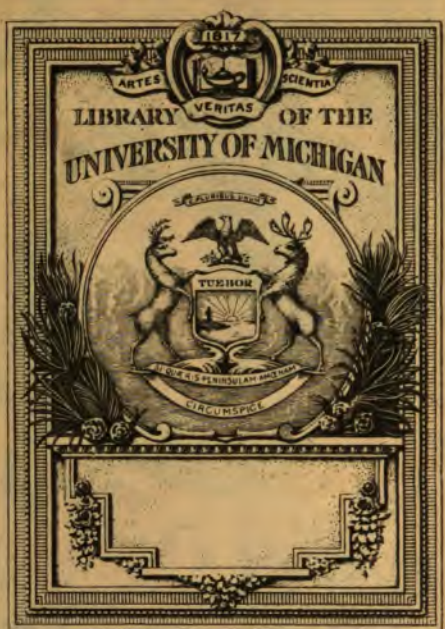
+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`


1817
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
CIRCUMSPICE

QC
19
.P22

THÉORIE
DES ÊTRES SENSIBLES,
OU
COURS COMPLET
DE PHYSIQUE.

THÉORIE
DES ÊTRES SENSIBLES,
OU
COURS COMPLET
DE PHYSIQUE,

SPÉCULATIVE, EXPÉRIMENTALE, SYSTÉMATIQUE ET GÉOMÉTRIQUE,

MISE A LA PORTÉE DE TOUT LE MONDE :

AVEC une Table alphabétique des matieres, qui fait de tout cet Ouvrage un vrai DICTIONNAIRE DE PHYSIQUE.

Par M. l'Abbé PARA *DU PHANJAS.*

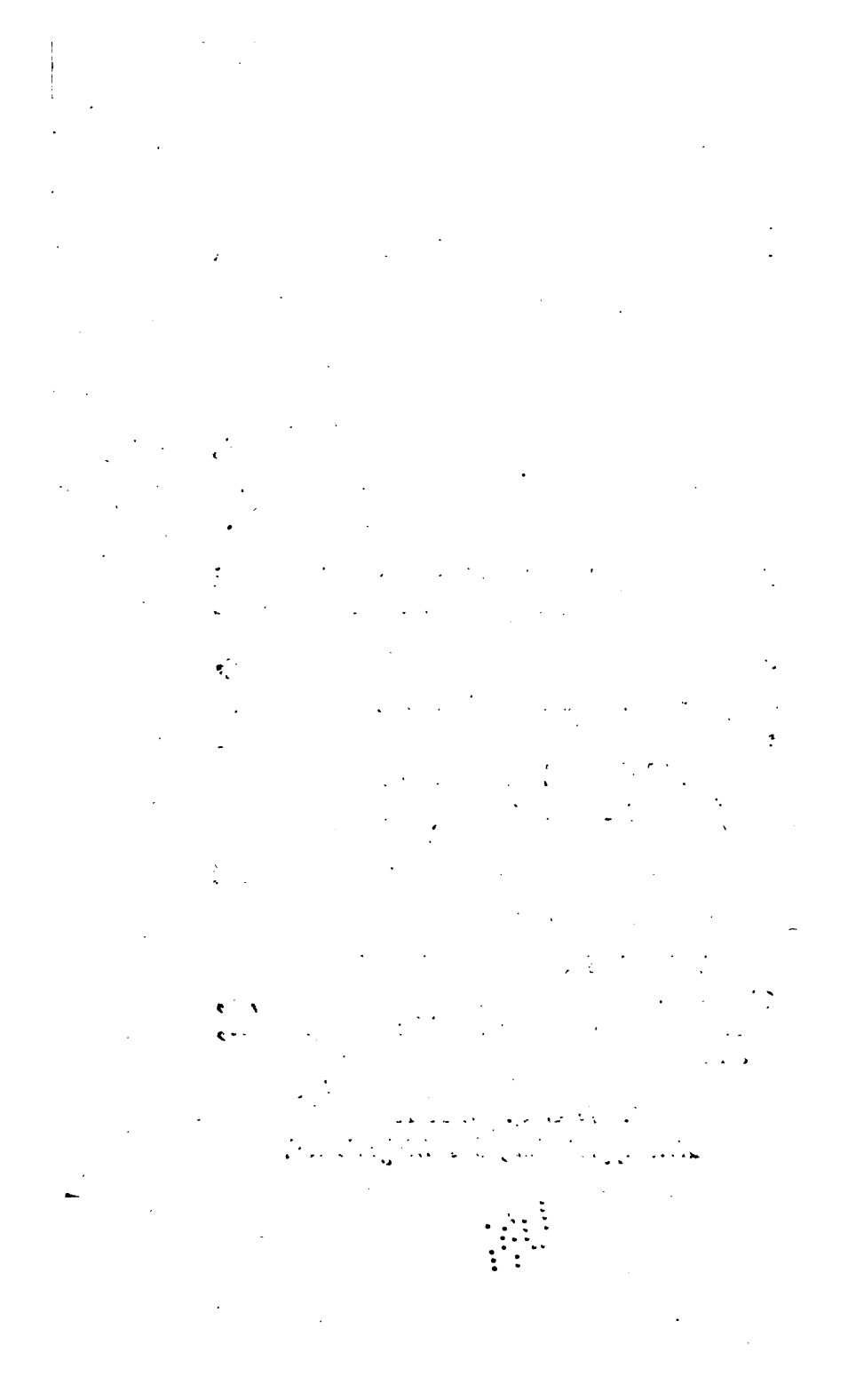
TOME SECOND.

THÉORIE DE LA TERRE, DE L'EAU, DE L'AIR.

A PARIS, RUE DAUPHINE,
Chez CHARLES-ANTOINE JOMBERT, pere, Libraire du Roi pour l'Artillerie & le Génie, à l'Image Notre-Dame.

M. DCC. LXXII.

Avec Approbation, & Privilége du Roi.



THÉORIE
DES ÊTRES SENSIBLES,
OU
COURS COMPLET
DE PHYSIQUE.

5-16-38

TROISIEME TRAITÉ.
THÉORIE DE LA TERRE.

Structure et antiquité de la Terre.

Son regne animal.

Son regne végétal.

Son regne minéral.

astronomy (cattle)
Pourrain
4-18-37
33651

THÉORIE
DES ÊTRES SENSIBLES,
OU
COURS COMPLET
DE PHYSIQUE.

TROISIEME TRAITÉ.
THÉORIE DE LA TERRE.

LA *Terre* peut être conſidérée, ou comme un *globe iſolé*, indépendant du ſyſtême général de l'univers; ou comme un *globe planete*, roulant & autour de ſon centre & autour du ſoleil. Nous allons la conſidérer ici ſous le premier point de vue: nous la montrerons ſous le ſecond point de vue, dans le traité de l'aſtronomie.

La théorie générale du *globe terreſtre*, de ſon *regne animal*, de ſon *regne végétal*, de ſon *regne minéral*, tel ſera l'objet des quatre ſections qui

vont compoſer ce traité ; dans lequel, n'embraſſant que la chaîne des principes, nous abandonnerons à la ſagacité du lecteur, le détail des conſéquences & des applications.

PREMIERE SECTION.

THÉORIE DU GLOBE TERRESTRE.

491. LA *nature* & l'*antiquité* du globe que nous habitons, tel eſt l'intéreſſant point de vue qui va fixer notre attention. Que nous préſente de remarquable ce globe, & depuis quand exiſte-t-il ? Deux objets, qui ont fait le ſujet des ſavantes recherches & des profondes méditations de tout ce qu'il y eut jamais de plus beaux génies. Mais combien de *Romans* n'a-t-on pas fait ſur l'origine, ſur la formation, ſur les grandes révolutions de ce globe, avant d'en donner une théorie conforme à la vérité & à la nature !

I°. Wiſthon, philoſophe Anglois, a donné une théorie de la terre, où l'hiſtoire de la création, conſignée dans les livres ſaints, eſt arbitrairement interprétée & totalement dénaturée ; où les principes de la ſaine phyſique ne ſont guere moins défigurés & maltraités. La terre, ſelon lui, exiſtoit dans le chaos avant la création dont parle Moyſe ; & cette création n'eut d'autre effet, que de lui donner une forme & une conſiſtance propres à la mettre en état de ſervir d'habitation au genre humain. La terre, dit cet auteur, devenue fertile & peuplée au

tems de la création, conſerva cette forme & cette conſiſtance juſqu'au dix-huitieme jour de novembre de l'année 2365 avant la période julienne, où elle eut le malheur de rencontrer & de traverſer l'athmoſphère d'une grande comete, dont la queue l'inonda d'un immenſe volume d'eau : ce qui produiſit le mémorable fléau du déluge univerſel, rapporté dans l'écriture ; fléau d'où ſont nés tous les ravages, toutes les altérations, tous les phénomenes phyſiques, qu'on obſerve à la ſurface & dans l'intérieur de ce globe.

II°. Burnet, autre philoſophe Anglois, a donné auſſi une théorie de la terre, dans laquelle il préſente avec énergie de grandes images, & il met ſous les yeux des ſcenes magnifiques ; mais où tout l'édifice s'écroule, faute de fondements ſolides. Selon cet auteur, la terre, avant le déluge, étoit un chaos compoſé de matieres de toutes ſortes d'eſpeces & de figures. Les plus peſantes deſcendirent vers le centre, où elles formerent comme un noyau ſolide, autour duquel ſe placerent les eaux plus légeres. L'air, & toutes les liqueurs plus légeres que l'eau, ſe placerent au deſſus du noyau ſolide & de l'orbe liquide. Ainſi, entre l'orbe de l'air & l'orbe de l'eau, il ſe forma un orbe de matieres graſſes & huileuſes, où vint ſe dépoſer peu à peu tout ce que la maſſe de l'air contenoit de particules terreſtres : ce qui forma ſur toute la ſurface de la terre, une couche de limon & d'huile, qui, médiocrement durcie par la chaleur du ſoleil, devint infiniment propre au développement des premiers germes. Dans ces premiers tems, la ſurface de la terre étoit unie, continue, ſans

montagnes & ſans vallées ; & elle ſubſiſta dans cet état pendant environ ſeize ſiecles, juſqu'au tems où cette croûte limonneuſe, trop deſſéchée par la chaleur du ſoleil, commença à ſe fendre & à s'entr'ouvrir de toute part. Quand ces fentes, allant toujours en croiſſant, s'étendirent juſqu'à l'immenſe couche d'eau, placée entre le noyau central & la ſurface limonneuſe au dehors; alors dans un inſtant, toute l'immenſe croûte de la terre s'écroula, & tomba par morceaux dans l'abyme d'eau intérieure. Delà le déluge univerſel; delà les débris d'un monde en ruine; delà, après le déluge, les irrégularités de la terre hériſſée de montagnes & d'abymes.

III°. Woodvard, autre philoſophe Anglois, a donné auſſi une théorie ou une hiſtoire naturelle de la terre, à peu près auſſi romaneſque que les deux précédentes. Selon cet auteur, au tems du déluge, un immenſe volume d'eau deſcend du grand abyme des cieux, inonde & enveloppe le globe terreſtre tout entier; diſſout & réduit en une pâte fluide la terre, les pierres, les métaux, les ſubſtances animales & végétales. Les différentes parties de cette pâte fluide, ont le tems & la liberté, dans ce fabuleux état de diſſolution, de s'arranger ſelon les loix de la gravitation & de l'hydroſtatique, en couches concentriques les unes ſur les autres, les plus peſantes au-deſſous, les moins peſantes au-deſſus: delà l'intérieur de la terre, diviſé en couches concentriques. Mais une infinité de courans ont dû couper en mille manieres ces couches, à meſure qu'elles ſe formoient: delà une foule de coupures irrégulieres dans l'intérieur & dans la ſurface de la terre; delà les hauteurs & les en-

foncements, les montagnes & les abymes, après le déluge. Parmi ces chimeres, on trouve dans cet auteur, une foule d'obſervations curieuſes, très-philoſophiques & très-bien préſentées.

IV°. Le célebre Leibnitz a auſſi donné dans les actes de Léipſik, ſon roman de la terre, ſous le titre de *Protogæa*, qui ſignifie terre primitive, ou la terre dans ſon premier état. Selon cet auteur, la terre & les planetes ont été primitivement des globes embraſés, des aſtres lumineux, qui ſe ſont convertis en aſtres opaques par l'épuiſement de leur matiere combuſtible. Dans cet incendie général, la terre a été vitrifiée dans preſque toute ſa ſubſtance; ſes ſables ne ſont que des fragments du verre qui forme ce globe; & les autres eſpeces de terres qui forment ſa ſurface, ne ſont qu'un mêlange de ce ſable & de différents ſels fixes qui furent emportés dans l'eau en vapeurs au tems de ſon embraſement, lequel arriva dans le tems où Moyſe dit que la lumiere fut ſéparée des ténebres. Quand la terre ceſſa d'être en proie au feu & aux flammes, les parties humides qui s'étoient élevées en vapeurs, retomberent ſur ſa ſurface, & y formerent les différentes mers. Tel eſt le fond de cette biſarre idée de Leibnitz, laquelle ne quadre en rien ni avec l'écriture ſainte, ni avec la phyſique, ni avec l'hiſtoire naturelle.

V°. Le plus grand des naturaliſtes anciens & modernes, un génie qui obſerve avec la profondeur de Newton & qui peint avec la chaleur d'Homere, l'illuſtre de Buffon, a donné auſſi le roman de la terre, avant d'en donner la vraie hiſtoire naturelle. Dans ce ſublime badinage,

qui n'a rien de commun avec les vrais principes de ſon auteur (*), la terre & les planetes n'étoient encore qu'une portion de la ſubſtance ſolaire ; lorſqu'une énorme comete, animée d'une immenſe viteſſe, vint ſe précipiter obliquement au travers de la ſubſtance fluide qui forme l'aſtre du jour ; & en fit jaillir au loin en torrents épars & iſolés, une portion conſidérable, environ la ſix-cent-cinquantieme partie. Ce mouvement d'impulſion d'occident en orient, joint au mouvement de la gravitation univerſelle, a pu ſuffire, ſelon cet auteur, pour convertir ces torrents épars & iſolés de matiere ſolaire, en différentes maſſes, qui, en ſe refroidiſſant paiſiblement, ſe ſeront cryſtalliſées & vitrifiées (133, 135); ſeront devenues opaques & à peu près ſphériques ; auront formé la terre, les planetes principales, leurs planetes ſecondaires. Mais laiſſons les romans, & cherchons la vérité.

ARTICLE PREMIER.

NATURE ET STRUCTURE DE LA TERRE.

LA *Terre* & la *Mer* forment enſemble un ſphéroïde, ou une eſpece de globe, renflé vers ſon équateur & applati vers ſes poles. Ce globe ou ce ſphéroïde, immenſément grand par rapport à nous, infiniment petit en comparaiſon du reſte

(*) Voyez ſes vrais principes & ſes vrais ſentiments ſur cet objet, dans le cinquieme volume de l'édition du Louvre, page XI, à la fin.

de la nature, paroît posé & fixé immobilement sur lui-même, au milieu de l'espace immense & au centre du firmament, sensiblement à égale distance des différents corps célestes qui font ou paroissent faire chaque jour autour de lui leur révolution. Tel est l'objet que nous allons examiner & en lui-même & dans ses différents rapports & dans ses plus frappants phénomenes.

Axe, poles, équateur, méridien.

492. DÉFINITIONS. Quoique ces quatre objets soient spécialement du ressort de l'astronomie, où nous les traiterons dans toute leur étendue, il paroît nécessaire d'en donner ici succintement une idée préliminaire. (*fig.* 4.)

I°. Une ligne droite MCN, menée du midi au nord par le centre de la terre vers les deux points du ciel autour desquels tout le ciel paroît faire chaque jour sa révolution, est l'*axe de la terre*; lequel indéfiniment prolongé de part & d'autre jusqu'au firmament, devient l'*axe du monde*. Les points M & N, qui terminent cet axe de part & d'autre dans le globe terrestre, sont les *poles de la terre*: les deux points où cette ligne indéfiniment prolongée aboutit dans le ciel, sont les *poles du monde*. (1113, 1124.)

II°. Si on prend dans le globe terrestre un cercle ACBA, qui ait pour centre le centre même du globe, & dont la circonférence soit par-tout également éloignée des deux poles MN, ce cercle sera l'*équateur* de la terre. L'équateur, perpendiculaire à l'axe, divise le globe en deux hémispheres égaux, dont l'un ANBA est au nord, & l'autre AMBA est au midi.

III°. Si on prend dans ce globe, un cercle NCMN, qui ait pour centre le centre même du globe, & dont la circonférence paſſe par les deux poles MN, ce cercle ſera le *méridien* de tous les lieux où paſſera ſa circonférence. Le méridien diviſe la terre en deux hémiſpheres égaux, dont l'un NBMN eſt à l'orient, & l'autre NAMN eſt au couchant.

IV°. Comme la terre eſt applatie vers les poles & renflée vers l'équateur; le rayon CN ou CM mené du centre aux poles, eſt plus court que le rayon CA ou CB mené du centre à l'équateur. Nous ferons voir ailleurs (1375.), que le premier CN ou CM, eſt plus court que le ſecond CA ou CB, d'environ ſix ou ſept lieues (*).

Mers, continents, iſles.

493. DESCRIPTION. La ſurface du globe que nous habitons, enviſagée dans toute ſon étendue, eſt en partie ſolide & en partie liquide : mais

(*) M. de Maupertuis a jugé, d'après ſes meſures priſes ſous le cercle polaire, que le diametre de la terre devoit être à l'équateur, d'environ 6,562,480 toiſes; & ſous les poles, d'environ 6,525,600 toiſes. D'où il s'enſuivroit que le diametre de la terre ſous la ligne, excede d'environ 36880 toiſes, le diametre de la terre ſous les poles: ce qui donneroit environ dix-ſept lieues de plus au diametre de l'équateur, qu'au diametre des poles; & huit lieues & demie de plus au rayon CA ou CB de l'équateur, qu'au rayon CM ou CN des poles. Mais les meſures priſes ſous l'Équateur, au Cap-de-Bonne-Eſpérance, en Italie & en France, ayant donné une moindre différence entre ces diametres & ces rayons, on a pris une meſure moyenne; & c'eſt celle que nous donnons.

la partie ſolide n'eſt qu'environ un tiers de la partie liquide.

I°. On nomme *continent*, une immenſe étendue de terre-ferme, qui n'eſt ni ſéparée ni diviſée par la mer. Telles ſont l'Europe, l'Aſie, l'Afrique, qui forment l'ancien continent ou l'ancien monde : telle eſt l'Amérique, qui forme le nouveau continent ou le nouveau monde.

II°. On nomme *iſle*, une étendue plus ou moins conſidérable de terre-ferme, que la mer environne de toutes parts. Telles ſont l'Angleterre, l'Irlande, la Corſe, la Sicile, &c.

III°. On nomme *mers*, cette immenſe étendue d'eaux ſalées, qui environnent les continents & les iſles.

La plus grande partie de la ſurface ſolide & liquide du globe terreſtre, eſt connue : mais il y a encore des plages immenſes à connoître. Quoiqu'on ait fait pluſieurs fois le tour du monde depuis Magellan juſqu'à nos jours, on n'a pas encore tenté efficacement la découverte d'un eſpace immenſe, ſitué entre le tropique du capricorne TV, & le pole auſtral M. Ombre immortelle d'un Chriſtophle Colomb, votre gloire ne fera-t-elle point d'imitateurs de votre courage ! (*fig.* 4.)

Zones terreſtres.

494. DESCRIPTION. On diviſe communément la ſurface du globe terreſtre, en cinq *zones*, ou en cinq larges bandes, d'occident en orient. Comme la terre eſt à peu près ſphérique, un demi-cercle mené d'un pole à l'autre, embraſſe la moitié de ſa ſurface ; & le milieu de ce demi-cercle répond à l'équateur. C'eſt ſur ce demi-

cercle NCM, que l'on prend & que l'on meſure les zones dont nous allons parler. (*fig.* 4.)

I°. A 23 degrés & 28 minutes en-deçà & en-delà de l'équateur ACB, faites paſſer par la penſée, à travers la terre, deux plans paralleles entre eux & paralleles à l'équateur : l'eſpace RSVT, intercepté entre ces deux plans, eſt la *zone torride*, que l'on diviſe quelquefois en zone torride ſeptentrionale ABSR, & en zone torride méridionale ABVT.

II°. A 66 degrés & 32 minutes en-deçà & en-delà de l'équateur, faites paſſer par la penſée, à travers la terre, deux nouveaux plans, paralleles à l'équateur & paralleles aux deux plans précédents, dont l'un eſt au nord & l'autre au midi de l'équateur : l'eſpace HKSR, intercepté entre les deux plans ſeptentrionaux, eſt la *zone tempérée ſeptentrionale :* l'eſpace TVGF, intercepté entre les deux plans méridionaux, eſt la *zone tempérée méridionale.*

III°. L'eſpace HKNH, intercepté entre le pole ſeptentrional & le plan voiſin HK, eſt la *zone glaciale ſeptentrionale :* l'eſpace FGMF, intercepté entre le pole méridional & le plan voiſin FG, eſt la *zone glaciale auſtrale.*

Les deux plans RS & TV forment ſur la terre les deux tropiques, le *tropique du cancer* RSR, & le *tropique du capricorne* TVT. Les deux plans HK & FG forment les deux *cercles polaires*, l'un HKH au nord ; l'autre FGF au midi : l'un & l'autre éloignés des poles voiſins, de 23 degrés & environ 28 minutes ; préciſément autant que les tropiques ſont éloignés de l'équateur.

IV°. Il eſt aiſé de ſe rendre ſenſible la formation géométrique des cercles qui interceptent

& circonſcrivent ces zones. Car ſi on conçoit que le rayon CA ou CB, indéfiniment prolongé, faſſe une révolution autour de l'axe terreſtre MCN, en reſtant toujours perpendiculaire à cet axe; ce rayon CA décrira l'équateur terreſtre ABA ſur la terre, & l'équateur céleſte dans l'immenſité des eſpaces céleſtes.

Si le rayon CR fait une révolution autour de l'axe terreſtre MCN, formant toujours ſur le plan de l'équateur un angle de 23 degrés & environ 28 minutes; l'extrêmité R de ce rayon décrira ſur la terre la circonférence RSR du tropique du cancer, & ſon extrêmité prolongée décrira de même dans le ciel la circonférence du tropique du cancer céleſte. Le rayon CT décrira de la même maniere ſur la terre & dans le ciel, la circonférence T V T du tropique du capricorne.

Si le rayon CH fait une révolution autour de l'axe terreſtre MCN, formant toujours ſur le plan de l'équateur un angle de 66 degrés & environ 32 minutes; l'extrêmité H de ce rayon décrira la circonférence HKH du cercle polaire boréal ſur la terre, & ſon extrêmité prolongée décrira de même dans le ciel la circonférence du cercle polaire céleſte autour du pole boréal. Le rayon CF ou CG décrira de la même maniere ſur la terre & dans le ciel, la circonférence FGF du cercle polaire auſtral.

Longitude & latitude.

495. DÉFINITION. Comme la partie de la terre qui étoit connue des anciens, avoit plus d'étendue d'occident en orient, que du nord au

midi ; on nomma *longitude*, ſon étendue d'occident en orient ; & *latitude*, ſon étendue du nord au midi.

I°. La *longitude* ſe prend & ſe meſure ſur le cercle de l'équateur, en comptant les degrés depuis le méridien qui paſſe par le milieu de l'iſle de Fer, au couchant de l'Afrique.

II°. La *latitude* ſe prend & ſe meſure ſur le méridien d'un lieu, en comptant les degrés depuis l'équateur : elle ſe diviſe donc en *latitude ſeptentrionale* & en *latitude méridionale*. Nous parlerons encore de la longitude & de la latitude, dans l'aſtronomie. (1146.)

Surface de la terre.

496. OBSERVATION. Nous ferons voir ailleurs, comment on peut meſurer la circonférence de la terre (1366, 1377). Selon les meſures géométriques, la moyenne circonférence de la terre eſt d'environ 8984 lieues communes de France ; & le moyen diametre de la terre, d'environ 2860 lieues communes.

Comme la ſurface d'une ſphere eſt le produit de ſa circonférence par ſon axe (*Math.* 573), & que la figure de la terre eſt à peu près ſphérique ; il s'enſuit que la ſurface de la terre eſt le produit de 8984 par 2860 lieues communes. Or $8984 \times 2860 = 25,694,240$. La ſurface de la terre renferme donc environ 25,694,240 lieues quarrées.

La lieue commune, dont il eſt ici queſtion, étant de 2287 toiſes ; chaque lieue commune renfermera 2287×2287 toiſes quarrées, ou 5,230,369 toiſes quarrées. En multipliant ce nombre de toiſes quarrées, que contient la lieue

quarrée, par le nombre de lieues quarrées que contient la ſurface terreſtre ; on aura le nombre de toiſes quarrées que renferme la ſurface terreſtre, ſavoir, 134,390,356,374,560 toiſes quarrées.

La toiſe quarrée renferme 36 pieds quarrés: ainſi, en multipliant ce dernier nombre de toiſes quarrées par 36, on aura le nombre de pieds quarrés que contient la ſurface du globe terreſtre, ſavoir, 4,838,052,829,484,160 pieds quarrés.

497. REMARQUE. Si on veut avoir égard à la figure ellipſoïdale de la terre, applatie vers les poles & renflée vers l'équateur; on aura à peu près les mêmes produits pour ſa ſurface. Car la ſurface d'un ſphéroïde ellipſoïdal, applati vers ſes poles & renflé vers ſon équateur, eſt à très-peu près égale à la ſurface d'une ſphere qui auroit pour diametre une moyenne proportionnelle entre le grand axe du ſphéroïde, qui eſt ici le diametre de l'équateur renflé, & le petit axe du même ſphéroïde, qui eſt ici l'axe de la terre. (*Math.* 755.) Les deux produiſants de cette ſurface ſphérique donneront une ſurface égale à fort peu près à celle de la terre, ou 25,694,240 lieues quarrées. Ce que le diametre de l'équateur a de plus que le moyen diametre, à cauſe du renflement, l'axe terreſtre l'a de moins que le moyen diametre, à cauſe de l'applatiſſement; & le réſultat du calcul eſt le même que le précédent, ou en differe aſſez peu, pour qu'on puiſſe en négliger la différence dans un ſphéroïde auſſi peu applati que celui de la terre.

MONTAGNES ET VALLÉES.

498. OBSERVATION. La terre eſt hériſſée de toute part de montagnes plus ou moins élevées; les unes iſolées, les autres garnies de grouppes de monticules, la plupart épanouies en chaînes irrégulieres, dont les ſommets, tantôt arides & pelés, tantôt couverts de forêts ou de prairies, ici terminés en angles, là évaſés en entonnoir, ſemblent dominer dans la région de l'air & commander aux vallées qui les environnent. La hauteur, la nature, l'utilité, l'origine des montagnes, tels ſont les objets qui méritent ici l'attention d'un philoſophe.

I°. *Leur hauteur.* En général, les montagnes ont plus d'élévation dans la zone torride, que dans les zones tempérées; dans les zones tempérées, que dans les zones glaciales: leur hauteur va en décroiſſant de l'équateur vers les deux poles. En général encore, dans notre continent, c'eſt-à-dire en Europe, en Aſie & en Afrique, les grandes chaînes de montagnes ont leur principale direction d'occident en orient, de l'équateur vers les poles, ſous différents angles d'obliquité ou de déclinaiſon. Dans le nouveau continent, c'eſt-à-dire dans l'Amérique, les grandes chaînes de montagnes ont au contraire leur principale direction, du midi au nord, ſous différents angles d'obliquité.

Les plus hautes montagnes que l'on connoiſſe dans le monde, ſont celles de la *Cordilliere*, dans les Andes de l'Amérique. Un illuſtre académicien François, grand géometre, habile naturaliſte, écrivain riche & brillant, M. de la Condamine, qui

qui dans ces derniers tems a parcouru ces montagnes, & qui les a obſervées avec toute l'attention dont un ſi grand homme eſt capable, nous apprend dans ſon voyage à l'équateur, que le terrein de la plaine où eſt bâtie la ville de Quito au Pérou, eſt à 1400 toiſes au-deſſus du niveau de la mer; & que pluſieurs des montagnes de cette province, ont plus de 3000 toiſes de hauteur perpendiculaire au-deſſus de ce terrein. Il réſulte delà que toutes les autres montagnes de l'univers ne peuvent être guere regardées que comme des collines, ſi on les compare à celles du Pérou. Quelques-unes de ces montagnes ſont des volcans, & vomiſſent de la fumée & des flammes: ce qui eſt cauſe que ce pays eſt ſi ſouvent ébranlé par d'affreux tremblements de terre. Parmi ces montagnes du Pérou, une de celles qui ont été meſurées avec le plus grand ſoin, c'eſt le *mont Chimboraço:* elle eſt élevée de 3200 toiſes au-deſſus du niveau de la mer.

Les plus hautes montagnes de notre continent, ſont les montagnes de la Suiſſe, en Europe; le mont Taurus, le mont Caucaſe, les montagnes du Japon, en Aſie; le grand Atlas, & les monts de la Lune, en Afrique. Selon les mémoires de l'académie des ſciences 1708, les plus hautes montagnes de la Suiſſe ſont élevées d'environ 1600 toiſes au-deſſus du niveau de la mer plus que le Canigou, qui eſt une des plus hautes des Pyrénées. Selon M. de Buffon, le Taurus, le Caucaſe, les montagnes du Japon, ont plus d'élévation qu'aucune de nos montagnes d'Europe: le mont Atlas & les monts de la Lune ſont des montagnes au moins auſſi hautes que celles de l'Aſie: les plus hautes de toutes ſont celles de l'Amérique méri-

dionale. On trouve dans le Pérou pluſieurs montagnes qui ont environ deux lieues de hauteur perpendiculaire au-deſſus du niveau de la mer: dans l'ancien hémiſphere, à peine en trouve-t-on quelques-unes qui aient plus d'une lieue, ou même une lieue de hauteur dans le même ſens. Le *Pic de Ténériffe* paroît être la plus haute montagne de notre hémiſphere : on ne lui donne cependant que 2734 toiſes d'élévation au-deſſus de la ſurface de la mer ; & M. Bouguer réduit cette élévation à 2200 ou 2300 toiſes. Le *mont Pilate*, en Suiſſe, eſt une des hautes montagnes des Alpes : on ne lui attribue cependant qu'environ 1403 toiſes au-deſſus du niveau de la mer.

Il regne au ſommet des hautes montagnes, même dans la zone torride & ſous la ligne, pendant les plus grandes chaleurs de l'été, un froid de beaucoup ſupérieur à celui que nous éprouvons pendant les plus rudes gelées. La cime de ces montagnes eſt placée beaucoup au-deſſus de la région où ſe forme le commun des nuages. Quel ſpectacle frappant pour un voyageur, quand après avoir gravi ſur le ſommet d'une de ces montagnes énormes, placé pour ainſi dire entre la terre & le ciel, dans un jour pur & ſerein pour lui, il voit ſous ſes pieds un affreux nuage tour-à-tour enflammé & ténébreux, darder au loin la grêle & la foudre ſur les campagnes inférieures!

II°. *Leur nature.* En général, les grandes chaînes de montagnes, les montagnes les plus élevées, ne ſont communément que des cônes ou des pics compoſés de roc vif, de grès compact & peſant, de matieres vitrifiables, de différentes couches de

marbre plus ou moins homogene : il eſt rare qu'elles renferment des ſubſtances animales & végétales pétrifiées dans leur ſein. Il n'en eſt pas de même des montagnes iſolées ou grouppées & peu élevées : elles ſont communément formées de ſables & de terres hétérogenes, de différentes ſubſtances animales, végétales, minérales, que le tems a plus ou moins durcies, & qui paroiſſent avoir été irréguliérement entaſſées par le conflict oppoſé des eaux, par une ſuite d'alluvions plus ou moins conſidérables. Les premieres paroiſſent être antérieures, & les dernieres, poſtérieures au déluge.

III°. *Leur utilité.* S'il eſt permis de ſonder les deſſeins du Créateur, & de chercher la cauſe finale des choſes, on découvre aiſément que les montagnes ont été principalement deſtinées à entretenir & à perpétuer les ſources. La froidure qui habite éternellement la partie ſupérieure des hautes montagnes, contribue à figer les vapeurs, à les convertir en neige, à les ménager avec économie pour rafraîchir & pour déſaltérer la terre pendant les brûlantes chaleurs de l'été. Leur ſurface arrête, attire, abſorbe les nuages formés par l'évaporation, & voiturés en différents ſens dans l'athmoſphere, par les vents : les eſpaces qui ſéparent leurs pointes, ſont comme des baſſins préparés pour recevoir les brouillards épaiſſis, les nuées précipitées en pluie ou en neige : leurs entrailles ſont autant de vaſtes réſervoirs ; d'où les eaux s'échappent peu à peu par une infinité de petites ouvertures latérales, & vont, économiquement infiltrées & ménagées, fertiliſer la terre, abreuver les différentes eſpeces d'animaux, former de nouveaux nuages

par leur évaporation, & réparer les pertes de la mer, en ſe portant de toute part, par leur pente ou par leur gravitation naturelle, en fleuves immenſes dans ſon ſein.

IV°. *Leur origine.* Que de ſpéculations & de ſyſtêmes n'a-t-on pas faits ſur la poſition des principales chaînes de montagnes, ſur la correſpondance de leurs angles ſaillants & rentrants, ſur la variété de leurs ramifications collatérales, ſur leur hauteur décroiſſante de l'équateur vers les poles, ſur leur principale ou plus commune direction d'occident en orient dans l'ancien continent, du nord au midi dans le nouveau continent! Mais c'eſt en vain qu'on s'efforce de chercher la cauſe de ces phénomenes, & dans les divers mouvements réguliers de la terre, & dans les loix générales de l'hydroſtatique: ſoit parce que les phénomenes qu'on veut généraliſer, ſouffrent par-tout une infinité d'exceptions qui démentent & détruiſent l'influence d'une cauſe univerſelle: ſoit parce que les cauſes générales, qu'on veut faire ſervir à l'explication de ces phénomenes dans une contrée & dans un continent, ſont ſans ceſſe en défaut dans une autre contrée & dans un autre continent. Nous n'avons parcouru que deux cents lieues de pays du midi au nord: mais dans cette étendue, nous n'avons rien vu dans la poſition & dans la direction des montagnes, qui puiſſe s'adapter à aucun ſyſtême connu; & nous nous flattons de connoître tous les ſyſtêmes qui méritent quelqu'attention en ce genre.

499. ASSERTION. *Le ſeul ſyſtême ſatisfaiſant ſur l'origine des montagnes, eſt celui qui les diviſe*

en montagnes antérieures au déluge, & en montagnes postérieures au déluge.

EXPLICATION. I°. La *formation des premieres*, la formation des principales chaînes de montagnes, dont les sommets sourcilleux s'élevent à une hauteur considérable dans la région de l'air, au-dessus de la surface de la mer & de la terre, ne souffre & ne doit souffrir aucune explication physique : parce que la nature & la constitution de ces montagnes ne présentent rien qui puisse être regardé comme une dépendance des loix générales de l'univers. Par quelles loix de la nature, des sables répandus sur la surface de la terre, iront-ils former aujourd'hui, au voisinage de Paris ou dans l'immense Mer Pacifique, un Pic de Ténériffe ou un mont Atlas ? Il est évident que les loix de l'impulsion & de l'attraction, que les phénomenes du flux & du reflux, que les causes naturelles quelconques, ne peuvent rien opérer de semblable : comme nous l'avons fait voir dans notre Métaphysique, en réfutant les vains délires de Telliamed sur cet objet (*Mét.* 388). D'ailleurs, si les montagnes primitives, les grandes chaînes de montagnes, avoient été formées par les causes naturelles, par exemple, par le flux & le reflux de la mer ; pourquoi ces montagnes seroient-elles si énormément plus hautes dans le nouveau continent, que dans l'ancien ? Pourquoi ces montagnes auroient-elles leur principale direction du couchant à l'orient, dans l'ancien continent ; du midi au nord, dans le nouveau continent (*) ? Il est

(*) Cette observation sur la différente direction des montagnes principales dans l'ancien & dans le nouveau

vent avoir contribué, avec les autres cauſes dont nous venons de parler, à altérer dans la mer, comme ſur la terre, les montagnes primitives, & à leur en ſubſtituer ou aſſocier de nouvelles.

Volcans, tremblemens de terre.

500. OBSERVATION. On voit en différentes contrées de la terre, des gouffres montueux, qu'on nomme *volcans*, tantôt vomir avec impétuoſité des fleuves embraſés de matieres ſulphureuſes & bitumineuſes; tantôt lancer comme une grêle d'éclats de pierres, les unes calcinées, les autres plus ou moins vitrifiées & en ſcories; tantôt darder de leur ſein, des torrents de fumée, des tourbillons de vapeurs, des nuées de cendre, avec une force incomparablement ſupérieure à celle de la poudre qui prend feu dans une mine ſouterreine, & à celle du tonnerre qui éclate dans les airs & ſe précipite ſur la terre.

I°. Les éruptions des volcans ne ſont ni permanentes, ni périodiques: tantôt plus & tantôt moins fréquentes & violentes, elles ſont ordinairement précédées de bruits ſouterreins ſemblables à ceux du tonnerre qu'on entend gronder au loin. Un mugiſſement affreux, un fracas épouvantable, un déchirement intérieur, annoncent communément le phénomene déſaſtreux qui va épouvanter & déſoler le voiſinage. Les matieres contenues dans l'intérieur du baſſin, communément évaſé en forme d'entonnoir irrégulier, commencent à bouillonner: elles ſe gonflent quelquefois au point de ſortir par-deſſus les bords de la bouche du volcan, d'où elles coulent enſuite

en torrents embraſés le long de la pente des montagnes, où elles ſe figent & ſe durciſſent, & forment les *laves*.

Ces phénomenes déſaſtreux ont pour cauſe des feux terribles recélés dans le ſein de ces montagnes, & occaſionnés par d'énormes amas de matieres combuſtibles, que la fermentation échauffe & embraſe en différents tems (580). L'action de ces *feux ſouterreins*, excitée par le reſſort de l'air & fortifiée par la vapeur de l'eau (844), eſt incomparablement ſupérieure à l'action de nos fourneaux les plus ardents: elle dévore, calcine ou vitrifie les matieres les plus rapaces, les plus apyres, les plus réfractaires; comme on le voit par la nature de certains morceaux de laves, dont une partie eſt vitrifiée; & l'autre, qui eſt calcinée, réſiſte à la violence du feu ordinaire de tous nos fourneaux.

L'action de ce feu ſouterrein qui forme les volcans, & qui mine au loin les voûtes des montagnes, eſt quelquefois ſi grande, & ſa force expanſive ſi violente, qu'elle produit par ſa réaction, des *tremblements de terre*, ou des ſecouſſes aſſez fortes pour agiter violemment des contrées entieres, pour ſoulever & déplacer la mer, pour fendre & renverſer des montagnes, pour détruire & engloutir des villes entieres, pour ébranler & abattre les édifices les plus ſolides à des diſtances immenſes: comme il conſte par l'hiſtoire ancienne & moderne des tremblements de terre, dont ces feux ſouterreins ſont l'unique ou la principale cauſe. Dans un tremblement de terre, la partie qui eſſuie la commotion, a un mouvement qui ne lui eſt pas commun avec la maſſe entiere du globe: ce mouve-

ment, cette agitation, conſiſte dans un ſoulevement & dans un affaiſſement alternatifs de cette portion de la terre; tandis que le reſte du globe demeure ſenſiblement dans ſon aſſiette ordinaire.

II°. Les volcans ſont des ſoupiraux de la terre : ils donnent iſſue aux feux qui s'allument dans ſon ſein. Plus ces feux ſouterreins ont un libre paſſage au dehors; moins ils ont de réaction, moins ils occaſionnent de tremblements de terre. Imaginez une mine qui prend feu ſous un baſtion : ſi la matiere inflammable peut faire librement ſon éruption par une fente ou par une ouverture quelconque, le baſtion échappe à ſon action & à ſa réaction. Mais ſi l'éruption eſt captivée de toute part; la force exploſive de la matiere enflammée fait ſon effort, & contre la maſſe entiere de la terre qui réſiſte immenſément, & contre le baſtion qui réſiſte infiniment moins. La maſſe de la terre reſte ſenſiblement tranquille; & le baſtion qui cede à l'action du reſſort débandé contre lui, reçoit toute l'impulſion de ce reſſort, & eſt emporté au loin dans les airs, avec une violence proportionnelle à la cauſe qui agit ſur lui. On voit par-là que les éruptions des volcans ne doivent pas toujours produire des tremblements de terre; que ces volcans ſont un bienfait de la Providence, qui a ménagé cette voie pour ſouſtraire la terre à de plus grands déſaſtres.

III°. Parmi les montagnes ignivomes, les plus célebres ſont le Véſuve en Italie auprès de Naples, l'Ethna en Sicile, l'Hécla en Iſlande, le Kamſchatka dans la grande Tartarie, le mont Albours près du mont Taurus en Aſie, le Pic de

Ténériffe aux Canaries, la caverne appellée Beniguaſeval dans le royaume de Fez en Afrique, le volcan d'Aréquipa dans le Pérou, &c.

Quand le Véſuve commence à mugir & à rejetter les matieres dont il eſt embraſé, le premier tourbillon qu'il vomit, dit M. de Buffon, a moins de vîteſſe que le ſecond, celui-ci moins que le troiſieme, & ainſi de ſuite. Les ondes peſantes de bitume, de ſoufre, de cendre, de métal fondu, ajoute le même naturaliſte, paroiſſent des nuages maſſifs; & quoiqu'ils ſe ſuccedent toujours dans la même direction, ils ne laiſſent pas de changer beaucoup celle du premier tourbillon, & de le pouſſer ailleurs & plus loin qu'il ne ſeroit parvenu tout ſeul.

Le premier incendie de ce volcan arriva vers l'an 79 de l'ére chrétienne: il fut ſi violent qu'il enſevelit la ville d'Héraclée, qu'on a retrouvée dans ces derniers tems, ſous plus de ſoixante pieds d'une eſpece de cendre dont une partie fut jettée, dit-on, juſqu'à Rome & juſqu'en Egypte. Pline le naturaliſte fut étouffé par la fumée & par la vapeur de ce volcan, qu'il voulut obſerver de trop près. Cette premiere éruption a été ſuivie de pluſieurs autres à peu près ſemblables. Une des plus violentes fut celle de 1737, qui eſt la vingt-deuxieme. La montagne vomiſſoit, par pluſieurs bouches, de gros torrents de matieres métalliques, fondues & ardentes. M. de Montéalegre, qui communiqua la relation de ce phénomene à l'académie des ſciences de Paris, obſerva avec horreur un de ces fleuves de feu; & vit que ſon cours étoit de ſix ou ſept milles d'Italie, c'eſt-à-dire de plus de deux lieues, depuis ſa ſource

juſqu'à la mer ; ſa largeur, de cinquante ſoixante pas ; ſa profondeur, de vingt-cinq trente palmes, & dans certains fonds ou vallées de cent vingt : la matiere qui rouloit, étoit ſemblable à l'écume qui ſort du fourneau d'un forge. La palme dont il eſt ici mention, eſt une meſure d'environ huit pouces & demi.

IV°. Ces phénomenes dureront, tant que durera la cauſe qui les produit ; c'eſt-à-dire, tant qu'il y aura des matieres combuſtibles dans les cavernes ſituées autour & au-deſſous du Véſuve, & ils ceſſeront en cette contrée, dès que cette même cauſe ſe trouvera conſumée & épuiſée, ou que ſes éruptions pourront prendre une autre route. Les éruptions ne ſont point permanentes : parce que les matieres propres à les produire, n'ont pas toujours ou la maturité, ou la fermentation, ou les autres conditions qui doivent occaſionner leur embraſement. On peut dire la même choſe des autres volcans.

V°. Il y a des matieres fermenteſcibles & combuſtibles dans les montagnes cachées ſous la mer, comme dans celles qui s'épanouiſſent ſur la terre : delà des *embraſements ſous-marins*, qui s'annoncent & ſe font ſentir par une évaporation prodigieuſe, par une chaleur & un bouillonnement dans les eaux, par une agitation violente & tumultueuſe, qui ſouleve & entr'ouvre le liquide élément, & quelquefois le précipite avec une épouvantable impétuoſité ſur les côtes & bien avant dans les terres. Quand ces feux ſous-marins s'échappent de leurs priſons & font leur exploſion, la terre s'ébranle au loin, & éprouve une horrible & ſubite ſecouſſe : parce que les eaux qui ſe précipitent dans la crevaſſe,

en éteignant ſubitement l'incendie intérieur ou une partie de cet incendie, en augmentent la force & l'action.

VI°. Les tremblements de terre que produit l'action immédiate des feux ſouterreins, ſoit dans les chaînes de montagnes cachées ſous les eaux, ſoit dans les chaînes de montagnes épanouies ſur la terre, ne s'étendent communément pas bien loin : c'eſt proprement l'effet de l'action & de la réaction d'un embraſement ſouterrein qui ébranle & ſouleve la terre à une certaine diſtance; comme un magaſin à poudre en prenant feu, produit une ſecouſſe & un tremblement ſenſible à quelques lieues de diſtance. Mais comment & par quel méchaniſme phyſique un volcan, en faiſant ſon éruption non ſoin de Liſbonne, par exemple, va-t-il ſe faire ſentir en France, en Angleterre, en Allemagne, à Conſtantinople, au Grand-Caire, avec un bruit ſourd aſſez ſemblable à celui d'une lourde & peſante voiture qui rouleroit avec rapidité; ſans qu'il paroiſſe aucun nouveau volcan, aucune nouvelle éruption? Tel eſt le phénomene dont il nous reſte à rendre raiſon.

Pour bien entendre quelles peuvent être les cauſes phyſiques de cette *derniere eſpece de tremblement de terre*, totalement différente de celle que produit immédiatement l'éruption du volcan; « il faut ſe ſouvenir, dit M. de Buffon, que » toutes les matieres inflammables & capables » d'exploſions, produiſent, comme la poudre, » par l'inflammation, une grande quantité d'air » (729) : que cet air produit par le feu, eſt dans » l'état d'une très-grande raréfaction; & que par » l'état de compreſſion où il ſe trouve dans le

» ſein de la terre, il doit produire des effets très-
» violents. Suppoſons donc qu'à une profondeur
» conſidérable, comme à cent ou deux cents
» toiſes, il ſe trouve des pyrites & d'autres ma-
» tieres ſulphureuſes; & que par la fermenta-
» tion produite par la filtration des eaux ou par
» d'autres cauſes (580), elles viennent à s'enflam-
» mer; & voyons ce qui doit arriver. D'abord
» ces matieres ne ſont pas diſpoſées réguliérement
» par couches horiſontales, comme le ſont les
» matieres anciennes qui ont été formées par le
» ſédiment des eaux : elles ſont au contraire dans
» les fentes perpendiculaires, dans les cavernes
» au pied de ces fentes, & dans les autres en-
» droits où les eaux peuvent agir & pénétrer.
» Ces matieres venant à s'enflammer, produiront
» une grande quantité d'air, dont le reſſort com-
» primé dans un petit eſpace comme celui d'une
» caverne, non ſeulement ébranlera le terrein
» ſupérieur, mais cherchera des routes pour
» s'échapper & ſe mettre en liberté. Les routes
» qui ſe préſentent, ſont les cavernes & les *tran-*
» *chées* formées par les eaux & les ruiſſeaux ſou-
» terreins : l'air raréfié ſe précipitera avec vio-
» lence dans tous ces paſſages qui lui ſont ou-
» verts; & il formera un vent furieux dans ces
» routes ſouterreines, dont le bruit ſe fera en-
» tendre à la ſurface de la terre, & en accom-
» pagnera l'ébranlement & les ſecouſſes. Ce vent
» ſouterrein, produit par le feu, s'étendra tout
» auſſi loin que les cavités ou tranchées ſouter-
» reines, & cauſera un tremblement plus ou
» moins grand, à meſure qu'il s'éloignera du
» foyer, & qu'il trouvera des paſſages plus ou
» moins étroits. Ce mouvement ſe faiſant en

» longueur, l'ébranlement ſe fera de même; » & le tremblement ſe fera ſentir dans une » longue zone de terrein. Cet air ne produira » aucune éruption, aucun volcan: parce qu'il » aura trouvé aſſez d'eſpace pour s'étendre; ou » bien parce qu'il aura trouvé des iſſues, & » qu'il ſera ſorti en forme de vent & de vapeur. » Et quand même on ne voudroit pas convenir » qu'il exiſte en effet des routes ſouterreines, » par leſquelles cet air & ces vapeurs ſouter- » reines peuvent paſſer; on conçoit bien que » dans le lieu même où ſe fait la premiere ex- » ploſion, le terrein étant ſoulevé à une hauteur » conſidérable, il eſt néceſſaire que celui qui avoi- » ſine ce lieu, ſe diviſe & ſe fende horiſontale- » ment, pour ſuivre le mouvement du premier: » ce qui ſuffit pour faire des routes qui de » proche en proche, peuvent communiquer le » mouvement à une très-grande diſtance. Cette » explication s'accorde avec tous les phéno- » menes. Ce n'eſt pas dans le même inſtant, ni à » la même heure, qu'un tremblement de terre » ſe fait ſentir à deux endroits diſtants, par » exemple, de cent ou de deux cents lieues. Il » n'y a point de feu, ni d'éruption au dehors, » par ces tremblements qui s'étendent au loin; » & le bruit qui les accompagne preſque tou- » jours, marque le mouvement progreſſif de ce » vent ſouterrein ».

Feu central.

501. OBSERVATION. Le peuple regarde les volcans, comme des ſoupiraux ou des bouches de l'Enfer, qu'il place, ſans ſavoir pourquoi,

au centre de la terre. Quelques philoſophes imaginé, à l'occaſion des mêmes volcans, feu central dans la terre ; ou d'immenſes fo naiſes toujours allumées dans l'intérieur & v le centre du globe terreſtre, & deſtinées à co muniquer du centre à la ſurface de la terre, une infinité de pores entr'ouverts, un feu n nagé, propre à animer & à vivifier la natu La ſeconde idée eſt auſſi fabuleuſe & auſſi d tituée de fondement que la premiere.

La terre n'a d'autre feu que celui qu'elle er prunte du ſoleil, ou qu'elle doit à la ferment tion & à l'inflammation des matieres combu tibles, poſées ſur ſa ſurface, ou renfermées peu de profondeur dans ſon ſein. Le feu d volcans a pour cauſe & pour aliment, des mine plus ou moins grandes de matieres ſulphureuſes bitumineuſes, & autres ſemblables, qui fer mentent, s'enflamment, font leur exploſion & ſe diſſipent. Ces feux ſouterreins n'annoncen pas plus un feu central dans la terre, que la poudre qu'on met dans un mortier, dans un ca- non, ſous un baſtion, n'annonce un feu central dans ces corps.

Dans les entrailles de la terre, dans les ſou- terreins qui n'ont point de libre communication avec l'air extérieur, il y a par-tout une égale & conſtante température en toute ſaiſon, en hiver comme en été : comme il eſt aiſé de s'en convaincre par le moyen du thermometre (210), qui s'y ſoutient toujours à environ dix degrés au-deſſus du point de la congelation. Cela vient de ce que le feu libre, le feu élémen- taire, le feu non combiné, qui ſe trouve répandu & logé dans les pores de tous les corps, eſt

toujours

toujours ſenſiblement en même quantité dans les ſubſtances qui ne ſe trouvent point expoſées aux viciſſitudes des ſaiſons, aux divers aſpects du ſoleil, aux différentes températures de l'athmoſphere.

Les eaux minérales qui ſont chaudes à leur ſource, doivent leur chaleur, ou à des mines embraſées auprès deſquelles elles coulent, ou à des ſubſtances hétérogenes qui fermentent & quelquefois ſe combinent avec elles dans l'intérieur de la terre; & non à un chimérique feu central, dont l'idée anti-philoſophique eſt diamétralement oppoſée à tout ce que l'expérience & la raiſon nous apprennent ſur la théorie du feu; lequel ne peut perſévéramment ſubſiſter ſans le concours d'un air libre & élaſtique qui ſe renouvelle ſans ceſſe, ſans un aliment toujours nouveau qu'il puiſſe conſumer & diſſiper : c qui évidemment ne peut avoir lieu dans les fabuleuſes cavités qu'on imagine vers le centre de la terre.

Hauteur & profondeur de la mer.

502. OBSERVATION. La mer eſt ſujette à des tempêtes accidentelles, qui l'agitent & la ſoulevent en montagnes mugiſſantes; & à un flux & reflux périodique, qui de ſix en ſix heures éleve & abaiſſe ſa ſurface d'environ huit, dix ou douze pieds. Nous faiſons ici abſtraction de ces deux phénomenes : le premier a pour cauſe principale l'action des vents : le ſecond eſt une dépendance de l'attraction entre la terre, la lune & le ſoleil; & l'explication en ſera donnée dans l'aſtronomie phyſique. (1448.)

I°. La profondeur de la mer varie à l'infini,

ſelon le plus ou moins grand abaiſſement du ſol qui lui ſert de baſſin & de lit au-deſſous des rivages qui la captivent. Sa profondeur la plus commune eſt d'environ 150 toiſes; & ſa plus grande profondeur, d'environ 3000.

II°. La ſurface de la mer, quelle qu'en ſoit la profondeur, eſt éloignée par-tout du centre de la terre, de la longueur du rayon terreſtre; lequel rayon étant plus long ſous l'équateur que ſous les poles, d'environ ſix ou ſept lieues, il s'enſuit que la ſurface de la mer eſt d'environ ſix ou ſept lieues plus près du centre de la terre, ſous les poles, que ſous l'équateur. (*fig.* 4.)

III°. Selon les loix de l'hydroſtatique, les liquides qui communiquent entre eux, ſe mettent par-tout en équilibre & de niveau, quand ils ont une même peſanteur; & quand leur peſanteur eſt différente, les colonnes du liquide plus léger ont d'autant plus de hauteur, qu'elles ont moins de peſanteur (654): delà l'explication de la différente élévation qu'a la mer vers l'équateur & vers les pôles.

La Méditerranée fait & doit faire équilibre avec l'Océan, l'Océan avec les mers du nord & du midi. De ſorte que ſi la terre étoit immobile, les eaux de la mer devroient s'élever de ſix ou ſept lieues vers l'un & l'autre pole, au-deſſus de la ſurface qui les termine maintenant, pour ſe mettre en équilibre avec les eaux placées ſous l'équateur. Mais ſi la terre a un mouvement de rotation journaliere ſur ſon axe, les mers placées ſous les poles, n'ayant point de force centrifuge, ne perdront rien de leur gravité; les mers placées ſous l'équateur, ayant beaucoup de force centrifuge, perdront une partie notable

de leur gravité : il faudra donc, pour rétablir l'équilibre, que les colonnes d'eau, qui ſont par-tout un même tout gravitant avec les colonnes terreſtres ſur leſquelles elles portent, ſoient plus longues ſous l'équateur que ſous les poles. Dans les régions ſituées entre l'équateur & les poles, la force centrifuge étant ſucceſſivement moindre, les mers auront une élévation ſucceſſivement décroiſſante depuis l'équateur juſqu'aux poles. (*fig.* 4.)

IV°. Sous un même cercle terreſtre SRS ou HKH, parallele à l'équateur, la ſurface des eaux de la mer doit avoir par-tout la même élévation ou la même diſtance du centre de la terre : puiſque ce cercle RSR ayant par-tout la même force centrifuge, produite par le mouvement de rotation, toutes les eaux placées ſous ce cercle perdent une égale quantité de leur peſanteur. Les eaux placées dans le plan d'un même cercle SRS, ſont un liquide homogene & dans ſa nature & dans ſa gravité ; ce liquide doit donc ſe mettre par-tout de niveau, dans toute ſa circonférence RSR : de ſorte que pour connoître la hauteur de la mer en S, il ſuffit de connoître cette hauteur en R.

Les eaux placées dans le plan de deux cercles RS, HK, ſont un liquide homogene dans ſa nature, mais hétérogene dans ſa gravité : ce liquide doit donc avoir plus d'élévation en RS, où il a moins de gravité ; qu'en HK, où il a plus de gravité (654). Cette théorie eſt parfaitement conforme aux obſervations. Car il conſte par les obſervations, que la ſalle de l'obſervatoire royal à Paris, eſt élevée de 55 toiſes au deſſus du niveau de la Méditerranée, & de 56 toiſes

au-deſſus du niveau de l'Océan; comme on p
le voir dans le troiſieme tome de la phyſique
périmentale de l'abbé Nollet, page 352: dc
à la latitude de Paris environ, l'Océan a u
toiſe de moins en hauteur que la Méditerran

V°. Si une partie notable des eaux de la m
étoit anéantie dans une contrée quelconque
l'immenſe Océan, par exemple, dans les me
ſituées ſous le pole ſeptentrional; en vertu d
loix de l'hydroſtatique, les mers voiſines ſe pr
cipiteroient dans les abymes formés par l
eaux anéanties; & les mers éloignées reflu
roient ſucceſſivement les unes ſur les autres
pour reprendre leur ancien équilibre dans toute
les parties du globe terraquée. Suppoſons qu
la quantité anéantie ſous le pole, ſoit égale à l
quantité que donneroit une couche de 20 pied
de profondeur, priſe ſur toute la ſurface de
mers: après l'équilibre rétabli, la ſurface d
toutes les mers du monde ſeroit plus baſſe de
20 pieds.

Hauſſement & abaiſſement de la mer.

503. OBSERVATION. Abſtraction faite des tempêtes & du flux & reflux, la hauteur de la mer n'eſt pas conſtamment & perſévéramment la même dans une même contrée. Sa ſurface paroît, dans la ſucceſſion des ſiecles, avoir diminué en hauteur dans certaines contrées, & avoir augmenté en hauteur dans certaines autres contrées: ce qui annonce un déplacement dans la mer; déplacement dont nous indiquerons bientôt la cauſe phyſique. (511.)

I°. La Méditerranée ſemble être maintenant

plus baſſe d'une quantité conſidérable, qu'elle n'étoit autrefois. Car l'ancien port de Marſeille, ſitué au nord de cette ville, n'a plus une goutte d'eau, & ſe trouve aujourd'hui plus élevé que la ſurface de la mer. D'ailleurs Aiguemortes & Fréjus en Provence, Ravenne en Italie, Roſette & Damiete en Egypte, ont été des ports de mer, & ſont aujourd'hui placés plus ou moins avant dans le continent, & élévés plus ou moins au-deſſus de la ſurface de la mer. Cette obſervation iſolée paroît d'abord prouver une diminution réelle & ſucceſſive dans la maſſe des eaux de la mer; mais elle eſt détruite par l'obſervation qui ſuit.

II°. Les mers de Hollande & des Indes paroiſſent être aujourd'hui plus élevées d'une quantité conſidérable, qu'elles n'étoient autrefois. Car preſque tout le ſol de la Hollande eſt plus bas que la ſurface de la mer; & la mer l'engloutiroit, ſi elle n'étoit arrêtée & captivée par des digues immenſes qu'on lui oppoſe, & qu'on entretient à grands frais. Donc ſi avant la conſtruction de ces digues, la mer avoit eu la même hauteur qu'aujourd'hui; le ſol de la Hollande, loin d'être une province habitée, n'eût été qu'un lit de mer: donc la ſurface des eaux eſt plus haute aujourd'hui qu'autrefois, dans les mers qui environnent cette province. On peut appliquer le même raiſonnement à quelques contrées des Indes, qui ſe trouvent aujourd'hui plus baſſes que la ſurface de la mer, ſans qu'on y ait obſervé, non plus qu'en Hollande, aucun affaiſſement général dans le ſol. Donc la ſurface des eaux a plus de hauteur aujourd'hui qu'autrefois, dans les mers des Indes.

L'auteur de l'hiſtoire naturelle prétend
la mer eſt plus baſſe aujourd'hui qu'elle
l'étoit autrefois, ſur les côtes de la Hollar
La choſe eſt vraie dans un ſens : mais elle n
paroît fauſſe dans un autre. Il y a eu anciennem
un tems, où la mer de Hollande étoit plus ha
qu'à préſent ; mais il paroît qu'à préſent elle
un peu plus haute qu'elle ne l'étoit il y a qu
ques ſiecles. La mer peut avoir & a en ef
dans un même endroit, des alternatives de ha
ſement & d'abaiſſement : comme nous l'exp
querons bientôt. (511.)

La ſurface & l'intérieur de la terre.

504. OBSERVATION. I°. La *ſurface de la ter*
(dit d'après Woodvard l'illuſtre de Buffon) ; « l
» ſurface de la terre, cette couche extérieure ſu
» laquelle les hommes & les animaux marchent
» qui ſert de magaſin pour la formation des vé
» gétaux & des animaux, eſt, pour la plus grand
» partie, compoſée de *matiere végétale & animale*,
» qui eſt dans un mouvement & dans un change
» ment continuel. Tous les animaux & les végé
» taux, qui ont exiſté depuis la création du monde,
» ont toujours tiré ſucceſſivement de cette cou
» che, la matiere qui compoſe leur corps ; & ils
» lui ont rendu à leur mort, cette matiere em
» pruntée. Elle y reſte, toujours prête à être
» repriſe de nouveau, & à ſervir à former d'autres
» corps de la même eſpece, ſucceſſivement &
» ſans jamais diſcontinuer : car la matiere qui
» forme un corps, eſt propre & naturellement
» diſpoſée pour en former un autre de même
» eſpece. Dans les pays inhabités, dans les lieux

» où on ne coupe pas les bois, où les animaux » ne broutent pas les plantes, cette couche de » terre végétale s'augmente assez considérable- » ment avec le tems. Dans tous les bois & même » dans ceux qu'on coupe, il y a une couche de » terreau de six ou huit pouces d'épaisseur, qui » n'a été formée que par les feuilles, les petites » branches & les écorces, qui se sont pourries. » J'ai souvent observé sur un ancien grand che- » min fait, dit-on, du tems des Romains, qui » traverse la Bourgogne dans une grande étendue » de terrein, qu'il s'est formé sur les pierres dont » ce grand chemin est construit, une couche de » terre noire de plus d'un pied d'épaisseur, qui » nourrit actuellement des arbres d'une hauteur » assez considérable; & cette couche n'est formée » que d'un terreau noir, formé par les feuilles, » les écorces & les bois pourris.

» Comme les végétaux tirent pour leur nour- » riture, beaucoup plus de substance de l'air & » de l'eau, qu'ils n'en tirent de la terre; il ar- » rive qu'en pourrissant, ils rendent à la terre, » plus qu'ils n'en ont tiré. D'ailleurs, une forêt » détermine les eaux de la pluie, en arrêtant les » vapeurs : ainsi, dans un bois que l'on conser- » veroit long-tems sans y toucher, la couche de » terre qui sert à la végétation, augmenteroit » considérablement. Mais les animaux rendant » moins à la terre qu'ils n'en tirent, & les » hommes faisant des consommations énormes » de bois & de plantes pour le feu & pour » d'autres usages; il s'ensuit que la couche de » *terre végétale* d'un pays habité, doit toujours » diminuer & devenir enfin comme le terrein de » l'Arabie Pétrée, & comme celui de tant

» d'autres provinces de l'Orient, qui eſt en ef
» le climat le plus anciennement habité,
» l'on ne trouve que du ſel & des ſables. Car
» ſel fixe des plantes & des animaux reſte, tan
» que toutes les autres parties ſe volatiliſent;

II°. Maintenant, ſi de la ſurface nous paſſo dans l'*intérieur de la terre*, on y voit, ſelon to les naturaliſtes, on y voit des métaux, des min raux, des pierres, des bitumes, des ſables, d terres, des eaux, des matieres de toute eſpece: o y voit auſſi des montagnes affaiſſées, des roche fendus & briſés, des contrées englouties, de iſles nouvelles, des terreins ſubmergés, des ca- vernes comblées: on y trouve ſouvent des ma- tieres peſantes, poſées ſur des matieres légeres; des corps durs, environnés de ſubſtances molles; des ſubſtances ſeches, humides, chaudes, froi- des, friables, toutes mêlées, & dans une eſpece de confuſion qui ne nous préſente d'autre image que celle d'un chaos informe & d'un monde en ruine, mais dont nous reconnoiſſons bientôt l'utilité & la néceſſité.

Il eſt évident que la ſurface de la terre, priſe à une certaine profondeur, n'eſt qu'un amas de corps irréguliérement entaſſés les uns ſur les autres; & il paroît auſſi que pluſieurs de ces corps ont appartenu à la mer, & qu'ils ont dû autrefois ſervir d'habitation à des animaux, ou que ce ſont des plantes qui ont flotté dans cet élément. On ne peut ſe diſſimuler que cet amas de matieres qui ne nous eſt connu qu'à une certaine profondeur, ne ſoit la ſuite d'une grande révolution, qui ayant dérangé l'harmonie ou plutôt la ſtructure de l'ancien monde, annonce en même tems que la terre, ou au moins ſa

ſurface a ſouffert prodigieuſement. Voilà le point où nos lumieres atteignent, & où le flambeau de l'expérience s'éteint. Le flambeau de l'hiſtoire lui ſuccede : elle nous montre la cauſe de cette grande révolution, dans le mémorable événement d'un déluge univerſel.

III°. Si nous nous attachons maintenant à examiner l'*arrangement des matieres* qui compoſent l'intérieur de la terre, non loin de ſa ſurface ; on la trouve communément diviſée par couches de différente nature & de différente épaiſſeur. Parmi ces couches, les unes ſont paralleles, les autres perpendiculaires ou diverſement inclinées à l'horiſon : celles-ci ſont courbées en arc convexe ou en arc concave ; celles-là ſont ou arrondies, ou angulaires, ou ondoyantes. Dans une même petite étendue, elles ſont aſſez correſpondantes, & dans leur nature, & dans leur direction, & dans leur hauteur, & dans leur profondeur : dans la partie contiguë ou voiſine, c'eſt un nouvel ordre & une nouvelle nature de choſes. Là, à une hauteur donnée, les couches ſont formées de terre, de ſable, de marne, propres à la production des différents végétaux : ici, à la même hauteur, les couches ſont compoſées, tantôt de roc ou de marbre, tantôt de craie & de plâtre, quelquefois de différentes ſubſtances métalliques, plus ſouvent de volumineux amas de coquillages pétrifiés, au milieu deſquels on trouve des plantes marines de toute eſpece, des ſquelettes de différents poiſſons de mer & de différents animaux terreſtres. Dans un endroit, les couches ſont homogenes, réguliéres, horiſontales : dans l'autre, les couches ſont hétérogenes, irréguliérement inclinées,

coupées, ondoyantes : de ſorte que ſi ces ont été produits par une même cauſe phyſ il faut que cette cauſe ait ſouffert une in de modifications différentes dans ſon action.. ce tableau de la terre, eſt empreinte en carac ineffaçables l'hiſtoire du déluge.

MONUMENTS DU DÉLUGE.

505. OBSERVATION. Tous les natural s'accordent unanimement à reconnoître qu' a eu un tems où *notre globe a été enſeveli g ralement ſous les eaux :* mille & mille mo ments inconteſtables donnent une certitude tiere & complette à ce fait, dont convienn également & les athées, & les déiſtes, & chrétiens. On trouve, dans tous les pays monde, dans des endroits très-éloignés de mer, au ſein & au ſommet des plus hautes mo tagnes, en Europe, en Aſie, en Afrique, Amérique, au nord & au midi, des amas éto nants, des couches immenſes, de coquillag marins de toute ſorte : on y trouve des poiſſo entiers de toute grandeur & de toute eſpece parfaitement ſemblables à ceux qu'on voit au jourd'hui dans la mer, pétrifiés & convertis e la nature des carrieres dont ils ſont partie. Ce tas & ces couches de coquillages, répandu d'eſpace en eſpace ſur toute la ſurface de l terre, ces diverſes eſpeces de poiſſons pétrifié au ſein ou au ſommet des montagnes les plus hautes & les plus éloignées de la mer, monumens qu'un auteur célebre appelle ſi ingénieuſement *les médailles du déluge*, ne prouvent & ne peuvent prouver autre choſe, que l'exiſtence

& la vérité du déluge univerſel, rapporté par l'Ecriture.

Ce déluge univerſel eſt évidemment impoſſible dans l'ordre naturel des choſes, & ſelon les loix générales qui animent la nature : aucune cauſe phyſique n'a pu donner & ôter à la terre un volume d'eau capable de s'élever au-deſſus des continents & des plus hautes montagnes ; aucune cauſe phyſique n'a pu forcer la maſſe des eaux, qui exiſte aujourd'hui dans notre globe, à ſe porter contre ſa gravitation & contre toutes les loix de l'hydroſtatique, du fond des abymes, au-deſſus des lieux les plus élevés de la terre. Mais le Tout-puiſſant, qui conſerve & interrompt à ſon gré les loix de la nature, a pu, pour des raiſons dignes de ſa juſtice & de ſa ſageſſe, opérer miraculeuſement ce grand & terrible phénomene ; ſoit en enflant & en dilatant immenſément l'énorme volume des eaux de la mer & des rivieres ; ſoit en forçant cet immenſe volume d'eau de la mer & des rivieres, à ſortir contre ſa gravitation, de ſes profonds abymes, & à ſe porter ſucceſſivement en une épouvantable maſſe, en différents ſens & pendant un tems conſidérable, ſur toutes les différentes contrées de la terre ; ſoit en employant d'autres voies évidemment poſſibles, & qu'il importe peu de deviner. Tout ce qu'il importe ici de ſavoir, c'eſt que le déluge, rapporté dans les livres ſaints, a évidemment ſuffi, dans la durée d'une année, pour bouleverſer à bien des égards, la ſurface de la terre ; pour accumuler en mille & mille endroits, d'énormes tas de ſable, de marne, de pierres ; pour creuſer en d'autres endroits, par l'impulſion de ſon courant, de profonds abymes au

ſein des terres & des montagnes ; pour entraîner & pour former en couches irréguliérement poſées les unes ſur les autres, de grands amas de coquillages, de plantes, de métaux, de ſubſtances de toute ſorte ; pour voiturer & pour enſevelir à différentes profondeurs dans les cavités des montagnes anté-diluviennes, des cadavres humains, des poiſſons de mer & de riviere, des animaux quadrupedes, volatiles, reptiles, de toute eſpece ; pour occaſionner & produire tous les phénomenes remarquables que préſente à un obſervateur attentif & ſenſé, la ſurface dévaſtée de ce monde en ruine.

Quelques auteurs ont prétendu que le déluge rapporté dans l'écriture, n'avoit point été général pour toute la terre ; & qu'il n'avoit affecté que les régions voiſines du Tigre & de l'Euphrate, où ſe trouvoit alors, diſent-ils, tout le genre humain. Prétention diamétralement oppoſée & à l'hiſtoire ſainte & à l'hiſtoire naturelle ! A l'*hiſtoire ſainte*, qui dit nettement & poſitivement qu'au tems du déluge les eaux s'éleverent de quinze coudées au-deſſus des plus hautes montages du monde ; & que tous les hommes & tous les animaux terreſtres, à l'exception de ceux qui étoient dans l'arche, périrent par cet épouvantable fléau. A l'*hiſtoire naturelle*, qui nous montre dans toutes les parties de notre globe, en Aſie, en Europe, en Afrique, en Amérique, au midi & au nord, des monumens durables & indubitables, par leſquels il conſte démonſtrativement qu'il y a eu un tems plus ou moins conſidérable, où tout notre globe a été enſeveli ſous une eſpece d'océan : ce qui évidemment ne peut convenir qu'au déluge de l'écriture.

Un auteur Anglois, qui a voulu expliquer le déluge, phyſiquement & ſans miracle, par la ſeule action des tourbillons cartéſiens, a démontré aſſez rigoureuſement par cette prétention, qu'il ne devoit guere entendre ni l'Ecriture, ni Deſcartes.

Quelques philoſophes, perſuadés que la queue des cometes eſt un immenſe amas de vapeurs ou d'eaux raréfiées, ont imaginé avec Wiſton, ſans doute pour s'amuſer & pour s'égayer, qu'au tems du déluge, une comete, en paſſant auprès de la terre, l'inonda de ſa queue. Il faudroit ajouter, pour la beauté de cette hypotheſe, que cette comete revint ſur ſes pas, quelque tems après, pour reprendre la queue qu'elle avoit perdue, & pour délivrer la terre du volumineux amas d'eau dont elle l'avoit ſurchargée.

Révolution poſſible & probable, occaſionnée par le déluge.

506. OBSERVATION. Les Egyptiens, ſelon Hérodote, & les Chaldéens, ſelon Diodore de Sicile, penſoient qu'il y a eu un tems où l'axe de l'écliptique & l'axe de la terre étoient paralleles: tems chéri, où les jours, par-tout & toujours égaux aux nuits, donnoient à toute la terre un printems éternel. (1145.)

L'*écliptique* eſt le cercle ou la courbe que décrit le centre de la terre, dans ſa révolution annuelle autour du ſoleil: l'axe de l'écliptique eſt une ligne droite, qui enfile perpendiculairement de part & d'autre, le centre de ce cercle ou de cette courbe.

Selon la perſuaſion des Egyptiens & des Chaldéens, l'axe de la terre étoit autrefois perpen-

diculaire au plan de l'écliptique & parallele à l'axe de l'écliptique. Au tems des Egyptiens & des Chaldéens, l'axe de la terre étoit conſidérablement incliné, à peu près comme aujourd'hui, ſur le plan de l'écliptique : mais ils eſpéroient le retour de ce paralléliſme. Voici quelques réflexions ſur cet objet.

I°. On trouve quelquefois dans la fable même, des monuments de la vérité. La perſuaſion généralement répandue chez les Egyptiens & chez les Chaldéens ſur l'ancien paralléliſme de l'axe de la terre & de l'axe de l'écliptique, ſur le retour futur de ce paralléliſme détruit, ne ſemble-t-elle pas être un ſouvenir obſcur de ce tems chéri & regretté, où ce paralléliſme exiſtoit dans la nature ?

II°. L'hiſtoire ſainte nous fournit un fait mémorable, propre à appuyer & à confirmer cette conjecture très-bien fondée. La longue vie des hommes, dans les ſiecles qui précéderent & qui ſuivirent de près le déluge, ne ſemble-t-elle pas démontrer l'exiſtence d'un *Ordre de choſes* bien différent de l'ordre préſent (*Mét.* 650) ; d'un ordre de choſes qui quadre ſi naturellement avec ce paralléliſme autrefois exiſtant, & maintenant ſi notablement altéré ? Il eſt donc très-probable, comme le remarque l'ingénieux auteur du Spectacle de la nature, qu'avant le déluge l'axe de la terre étoit parallele à l'axe de l'écliptique.

III°. Il ne s'agit donc plus que d'expliquer d'une maniere vraiſemblable & ſatisfaiſante, cette admirable révolution. Sur quoi voici notre idée, que nous ne devons à perſonne, & qui concilie de la maniere la plus ſimple & la plus ſolide, des points intéreſſants de l'hiſtoire, de la

phyſiologie, de l'aſtronomie. Nous ſuppoſons ici à nos lecteurs quelques connoiſſances en genre d'aſtronomie ſpéculative & phyſique : ceux qui n'en auroient pas de ſuffiſantes pour bien entendre ce que nous allons dire, pourront ſe les procurer dans le dernier traité de cet ouvrage.

507. EXPLICATION. Soit AMBO, une maſſe ſphérique ou ellipſoïdale, qui gravite contre ſa force centrifuge vers un point S, en roulant dans le vuide immenſe CDC ſur ſon axe AB & ſur ſon équateur MROT. (*fig.* 1.)

I°. Si l'hémiſphere MAO eſt parfaitement égal en maſſe à l'hémiſphere MBO, leur tendance en S eſt égale de part & d'autre : leur gravitation égale vers le centre commun S de leur mouvement, doit maintenir leur axe commun AB, ſur lequel s'opere la rotation, dans un parfait équilibre, dans un parfait paralléliſme.

II°. Mais ſi l'un des deux hemiſpheres MBO, ſe trouve chargé plus que l'autre, d'une maſſe conſidérable de matiere N ; cette maſſe excédente & gravitante N détruira l'équilibre entre les deux hémiſpheres. Par ſon excès de peſanteur ou de gravitation, elle ſe portera inceſſamment de N en O, s'approchant continuellement de ſon centre de gravitation, & tendant efficacement à ſe placer dans la ligne de ſa gravitation vers ſon centre S. Arrivée en O, elle ne tendra plus à s'en écarter vers A ou vers B, ayant eu en plein & conſervant en entier au point O, l'effet de ſon attraction & de ſa gravitation vers S.

III°. Le renflement de l'équateur MROT, ne s'oppoſera point au mouvement de la maſſe N vers O : parce que ce renflement, produit par l'excès

de force centrifuge qu'ont les parties circulantes dans l'équateur, eſt égal & en équilibre dans les deux hémiſpheres; & qu'il continue à ſubſiſter toujours le même, à meſure que la maſſe N avance vers O, en obéiſſant à ſon excès d'attraction ou de tendance vers ſon centre S.

IV°. Il eſt évident que la maſſe N ne peut paſſer en O dans la ligne directe de ſon attraction, ſans que l'axe AB du ſphéroïde s'incline en *ab*; ſans que le diametre MO de ſon équateur s'incline en *mo*. Quand la maſſe N ſera arrivée en O, le ſphéroïde continuera à rouler & ſur ſon axe *a b* & autour du centre S de ſon mouvement; ſans changer de mouvement & de poſition, juſqu'à ce que quelque cauſe nouvelle lui occaſionne un changement.

508. APPLICATION. I°. Il eſt évident que le déluge a dû produire bien des ravages & bien des inégalités dans notre globe: que l'énorme maſſe des eaux, portées & accumulées par le ſouffle vengeur de l'Éternel, a dû, par ſes courants oppoſés, entaſſer en divers endroits d'immenſes quantités de terre & de ſable, tels que le tas ou la montagne N. (*fig.* 1.)

II°. Suppoſons la terre planete, roulant ſur ſon axe dans l'écliptique, au ſein du vuide immenſe, autour du ſoleil, en vertu de ſon attraction vers cet aſtre: hypotheſe qui ſemble être aujourd'hui une vérité géométriquement démontrée. (*fig.* 2.)

III°. Qu'avant le déluge, dans ſa révolution journaliere ſur elle-même, & dans ſa révolulution annuelle autour du ſoleil, la terre également peſante dans ſon hémiſphere ſeptentrional & dans ſon hémiſphere méridional, ait eu ſon

axe

axe AB toujours parallele à l'axe RZ de l'écliptique. En vertu de ſon mouvement de projection & de gravitation, la terre, avant le déluge, aura roulé conſtamment dans l'écliptique, autour du ſoleil S immobile au centre du monde; ſans incliner ſon axe AB en aucun ſens, ſans déranger la poſition relative de ſes poles, toujours également éloignés l'un & l'autre du ſoleil, & toujours expoſés alternativement pendant douze heures à la lumiere & aux ténebres.

IV°. Qu'après le déluge, un hémiſphere quelconque, l'hémiſphere ſeptentrional *m n*, ait été ſurchargé au détriment de l'autre, d'une quantité conſidérable de terre & de ſable, entaſſée & accumulée au point *n*. Cet hémiſphere *m n*, ayant plus de parties gravitantes vers le ſoleil, tendra avec plus de force vers cet aſtre, que l'hémiſphere oppoſé, qui ne ſera plus en état de lui faire équilibre. Cet excès de force gravitante réſidant dans le tas excédent de matiere *n*; ce tas de matiere *n* tendra continuellement par ſon excès de gravitation, à ſe rapprocher de plus en plus du ſoleil, juſqu'à ce qu'il ſoit arrivé au point *v*, dans la ligne droite qui joint le centre du globe attirant & du globe attiré, d'où il ne tendra plus par lui-même à s'écarter.

V°. Mais ce tas excédent *n*, ne peut paſſer du point *n* au point *v*, ſans que l'axe terreſtre AB s'incline en *a b*, d'où il ne doit plus s'écarter ſans l'action de quelque cauſe nouvelle. Donc les inégalités & les ravages produits par le déluge dans notre globe, ont dû, ſelon les loix de la phyſique & de l'aſtronomie, produire un changement dans l'axe de la terre relativement à l'écliptique.

VI°. Comme ce tas excédent *n*, n'eſt qu'une très-petite quantité en comparaiſon de la terre entiere, & que la force gravitante eſt toujours proportionnelle aux maſſes; il s'enſuit que ce tas excédent *n*, n'a pas dû paſſer rapidement, & tout-à-coup, du point *n* au point *v*; mais que ce paſſage a dû ſe faire très-lentement, & durer un tems aſſez conſidérable, plus ou moins d'années ou de ſiécles, avant d'arriver à ſon dernier période *v*. Donc l'inclinaiſon de l'axe terreſtre ſur le plan de l'écliptique, occaſionnée par le déluge, commencée au tems du déluge, n'a dû atteindre ſon point fixe & ſon dernier période, que long-tems après le déluge.

Le déluge eſt un événement évidemment ſurnaturel & miraculeux en lui-même: mais ſes effets & ſes ſuites peuvent être une dépendance naturelle des loix générales de la nature.

VII°. De cette hypotheſe évidemment poſſible, inconteſtablement vraiſemblable, découle une double théorie de la terre, qui nous repréſente ce globe ſous deux points de vue bien différents, avant & après le déluge.

Avant le déluge, la terre, en roulant chaque jour ſur ſon axe AB, pendant ſa révolution annuelle autour de l'écliptique TT, avoit toujours ſon axe AB, parallele à l'axe RZ de l'écliptique: les poles *dp* de la terre, étoient toujours & partout l'un & l'autre, à égale diſtance du ſoleil: l'hémiſphere oriental *dvp*, & l'hémiſphere occidental *dmp*, étoient conſtamment & perſévéramment 12 heures dans la lumiere & 12 heures dans les ténebres, pendant chaque révolution journaliere du globe terreſtre placé dans un point quelconque de l'écliptique TT: ce qui donnoit

à la terre entiere, un printems perpétuel, une égalité conſtante de jours & de nuits, une permanente immutabilité de ſaiſons, une ſomme de biens immenſément plus grande, & une ſomme de maux incomparablement moindre. (1145, III°.)

Aujourd'hui, & depuis trois ou quatre mille ans, l'axe de la terre *ab* ou *tr*, eſt incliné d'environ 23 degrés & demi vers l'axe RZ de l'écliptique; & cet axe *tr* demeure toujours ſenſiblement parallele à lui-même, pendant que la terre, en roulant chaque jour ſur cet axe, fait une révolution annuelle autour du ſoleil dans l'écliptique TT. Les poles de la terre, anciennement placés en *dp*, & maintenant tranſportés en *rt*, ſe trouvent preſque ſans ceſſe inégalement éloignés du ſoleil, inégalement expoſés à la lumiere & à chaleur de cet aſtre; & chaque partie de la terre a alternativement le même ſort, pendant que le globe terreſtre en roulant chaque jour ſur ſon axe *rt*, fait ſa révolution annuelle autour du ſoleil, dans l'écliptique TT. Delà, dans l'ordre préſent des choſes, l'inégalité des jours & des nuits, le changement continuel de ſaiſons, un conflit éternel & immodéré entre les divers éléments, une alternative éternelle & funeſte de chaleurs brûlantes & de froids exceſſifs, un déluge affreux de maladies & de calamités, le ſpectacle & l'hiſtoire de la nature altérée, telle qu'elle ſe montre à nos yeux. (1145, 1315.)

509. REMARQUE. Cette hypotheſe philoſophique quadre parfaitement avec le fait hiſtorique de la longue vie des patriarches, dont nous avons parlé dans notre métaphyſique (*Mét.* 650). Avant le déluge, la vie humaine étoit fort

longue : parce que la conſtitution étoit très-ſaine, & qu'elle n'étoit point aſſaillie & altérée par une foule de fléaux deſtructeurs qu'occaſionne maintenant l'éternelle intempérie des ſaiſons. Supposons qu'au tems du déluge, l'axe de la terre, auparavant parallele à l'axe de l'écliptique, ait commencé à s'incliner ſur le plan de l'écliptique; & que cette inclinaiſon, allant toujours en croiſſant, ne ſoit arrivée à ſon dernier période, que vers le tems de Jacob, de Joſeph, & d'Ephraïm.

Dans les ſiecles qui précéderent le déluge, l'équateur & l'écliptique étoient paralleles : la vie humaine fut très-longue. Dans les ſiecles qui ſuivirent de près le déluge, l'inclinaiſon de l'équateur ſur l'écliptique dut être d'abord comme imperceptible; elle dut augmenter enſuite ſenſiblement; elle dut enfin arriver à ſon dernier période, après un tems plus ou moins long. La vie des patriarches poſtérieurs au déluge, ſemble décroître dans la même proportion que le paralléliſme : la nature humaine s'altere & s'affoiblit, à meſure que s'altere l'ordre primitif. Depuis le tems des trois derniers patriarches que nous venons de nommer, la durée de la vie humaine eſt aſſez uniforme, & telle à peu près que nous la voyons de nos jours.

Changements de centre de gravité, poſſibles & probables.

510. OBSERVATION. Dans un globe homogene, le centre de gravité & d'attraction eſt le centre même du globe, vers lequel eſt le rendez-vous général de toutes attractions particulieres. Dans un globe hétérogene, le centre de

gravité & d'attraction eſt, non le centre même du globe, mais un point hors du centre dans l'hémiſphere qui a le plus de peſanteur. Si le globe AMBN eſt homogene, ſon centre de gravité & d'attraction ſera en C, & toutes les parties de ce globe graviteront en C. Mais ſi ce globe eſt hétérogene, & qu'un hémiſphere MAN ſoit notablement plus denſe & plus peſant que l'hémiſphere oppoſé MBN; le centre de gravité & d'attraction ſera, non en C, mais vers D, dans l'hémiſphere plus peſant: toutes les parties de ce globe graviteront, non en C, mais en D. Cela poſé, (*fig.* 3):

I°. Suppoſons d'abord que le globe terreſtre, homogene ou hétérogene, ait aujourd'hui ſon centre de gravité & d'attraction en C. Dans un même cercle parallele à l'équateur AB, les eaux de la mer, pour ſe mettre en équilibre, s'éleveront dans toute la circonférence de ce cercle, à une même hauteur CA & CB, ou CR & CS, qui eſt leur diſtance du centre de gravité.

II°. Suppoſons enſuite qu'au point H, dans l'intérieur de la mer & non loin de ſa ſurface, ſe trouve une immenſe caverne, dont la capacité vuide égale le volume de pluſieurs de nos grandes montagnes; & qu'un tremblement de terre, occaſionné par l'embraſement de différentes matieres fermenteſcibles & combuſtibles au voiſinage de cette caverne, entr'ouvre ſon ſein. Les eaux de la mer reflueront de toutes les parties du monde vers le point H, pour ſe précipiter par leur peſanteur dans cet abyme entr'ouvert. Qu'arrivera-t-il delà ſelon les loix de la gravitation? Il arrivera que l'hémiſphere MAN, augmenté en maſſe, augmentera en force attractive

(1412); & que le centre d'attraction & de gravitation, auparavant réſident en C, ſera tranſporté en D. Il arrivera que les eaux de la mer, qui ſe mettent toujours & par-tout en équilibre, qui dans un même cercle parallele à l'équateur, ſe placent par-tout à égale diſtance du centre de gravitation, formeront par leur ſurface un nouveau globe ou ſphéroïde M*b*N*a*, autour du nouveau centre de gravitation D, s'abaiſſant en B, & s'élevant en A. Dans ce cas, quoique la quantité d'eau qui va emplir la caverne H, ſoit comme infiniment petite en comparaiſon de la maſſe entiere des eaux, & qu'elle ſoit incapable de donner une diminution ſenſible dans la hauteur totale des mers; la mer s'élevera d'une quantité notable en A & en R, & s'abaiſſera d'une quantité égale en B & en S.

III°. Suppoſons encore que dans la ſuite des tems, quelque volcan entr'ouvre une ſemblable caverne en M au ſein & non loin de la ſurface de la mer: le centre de gravité changera encore, & ſe trouvera entre D & T. Les eaux de la mer, tendant toujours à ſe mettre en équilibre de toute part autour du centre actuel de gravité, formeront un nouveau ſphéroïde autour du nouveau centre vers lequel eſt leur tendance générale: elles s'éleveront donc vers la partie RMS du ſphéroïde, & s'abaiſſeront vers la partie oppoſée ANB.

IV°. Suppoſons enfin qu'en A, au lieu d'une caverne ſoûterreine, ſoit une vaſte contrée notablement plus baſſe que la ſurface des mers environnantes; & que la mer, dans une horrible tempête ou dans quelque tremblement de terre, rompe la digue ou le rivage qui la captivoit;

& ſe précipite en volumineux torrents dans cette contrée pour y former un golfe, tel que le golfe Adriatique, ou la mer Noire, ou la mer Baltique. Il eſt clair que les eaux de la mer, qui de toutes les parties du monde refluent dans la contrée A, rendront l'hémiſphere MAN plus maſſif, & par-là même plus attractif que l'hémiſphere oppoſé ; & que le centre de gravité, auparavant réſident en C, ſe tranſportera vers D, plus près de la contrée inondée. Dans ce cas, toutes les colonnes aqueuſes DA ſont obligées de s'alonger, & toutes les colonnes aqueuſes DB ſont obligées de ſe raccourcir, pour ſe mettre en équilibre autour du nouveau centre de gravité D.

511. APPLICATION. On voit par-là comment & pourquoi *les eaux de la mer peuvent diminuer en hauteur dans une contrée* (503), *ſans qu'il s'enſuive que la maſſe des eaux de la mer diminue dans le globe terreſtre*, comme l'imagina Telliamed. Les eaux de la mer peuvent ſe déplacer, mais la maſſe des eaux reſte toujours réellement la même dans le globe terreſtre. (*Mét.* 384.)

Il eſt clair que les volcans, qui forment & entr'ouvrent de vaſtes abymes au ſein des mers ; que les tempêtes, qui diviſent quelquefois des contrées & vont former de nouveaux golfes au ſein des continents, peuvent opérer des changements réels, plus ou moins ſenſibles, de centre de gravité, dans le globe terreſtre ; & faire enſorte que la ſurface de la mer diminue ſenſiblement à la longue dans une contrée, tandis qu'elle s'élevera d'une quantité égale dans la contrée diamétralement oppoſée, où perſonne peut-être

ne ſera à portée d'obſerver l'augmentation de hauteur.

L'une des principales cauſes des changements qui arrivent ſur la terre, dit M. de Buffon, c'eſt le mouvement de la mer ; mouvement qu'elle a éprouvé de tout tems. Car dès la création, il y a eu le ſoleil, la lune, la terre, les eaux, l'air, &c. Dès-lors le flux & le reflux, le mouvement d'orient en occident dans les eaux de la mer, celui des vents & des courants, ſe font ſentir. Delà une foule de phénomenes qui ont dû changer & altérer notablement notre globe.

Gouffres, ouragans.

512. DÉFINITION. Les *gouffres* ſont des tournoiements d'eau : les *ouragans* ſont des tournoiements d'air. De ces deux cauſes phyſiques naiſſent fréquemment ſur la terre, les plus frappants phénomenes. Pour joindre ſur cet objet l'autorité à la raiſon, écoutons le célebre de Buffon ; *tom.* II, *page* 270.

« Les gouffres, dit cet auteur, ne paroiſſent » être autre choſe, que des tournoiements d'eau » cauſés par l'action de deux ou de pluſieurs cou- » rants oppoſés. L'Euripe, ſi fameux par la mort » d'Ariſtote, abſorbe & rejette alternativement » les eaux, ſept fois en vingt-quatre heures : ce » gouffre eſt près des côtes de la Grece. Le Ca- » rybde, qui eſt près du détroit de Sicile, re- » jette & abſorbe les eaux trois fois en vingt- » quatre heures. Au reſte on n'eſt pas trop ſûr » du nombre de ces alternatives de mouvement » dans ces gouffres. Le docteur *Placentia*, dans

» ſon traité qui a pour titre l'*Egeo redivivo*, dit » que l'Euripe a des mouvements irréguliers » pendant dix-huit ou dix-neuf jours de chaque » mois; & des mouvements réguliers, pendant » onze jours: qu'ordinairement il ne groſſit que » d'un pied, & rarement de deux pieds. Il dit » auſſi, que les auteurs ne s'accordent pas ſur » le flux & le reflux de l'Euripe; que les uns » diſent qu'il ſe fait deux fois, d'autres ſept, d'au- » tres onze, d'autres douze, d'autres quatorze » fois en vingt-quatre heures: mais que *Loirius* » l'ayant examiné de ſuite pendant un jour en- » tier, il l'avoit obſervé à chaque ſix heures » d'une maniere évidente & avec un mouve- » ment ſi violent, qu'à chaque fois il pouvoit » faire tourner alternativement les roues d'un » moulin. Le plus grand gouffre que l'on con- » noiſſe, eſt celui de la mer de Norwege: on » aſſure qu'il a plus de vingt lieues de circuit. » Il abſorbe pendant ſix heures, tout ce qui eſt » dans ſon voiſinage, l'eau, les baleines, les » vaiſſeaux; & rend enſuite pendant autant de » tems, tout ce qu'il a abſorbé.

» EXPLICATION. Il n'eſt pas néceſſaire de ſup- » poſer dans le fond de la mer, des trous & des » abymes qui engloutiſſent continuellement les » eaux, pour rendre raiſon de ces gouffres. On » ſait que quand l'eau a deux directions con- » traires, la compoſition de ces mouvements » produit un tournoiement circulaire, & ſemble » former un vuide dans le centre de ce mouve- » ment: comme on peut l'obſerver dans plu- » ſieurs endroits auprès des piles qui ſoutien- » nent les arches des ponts, ſur-tout dans les » rivieres rapides. Il en eſt de même des gouffres

» de la mer : ils ſont produits par le mouve-
» ment de deux ou de pluſieurs courants con-
» traires. Et comme le flux & le reflux ſont la
» principale cauſe des courants, enſorte que
» pendant le flux ils ſont dirigés d'un côté, &
» que pendant le reflux ils vont en ſens con-
» traire ; il n'eſt pas étonnant que les gouffres,
» qui réſultent de ces courants, attirent & en-
» gloutiſſent pendant quelques heures tout ce
» qui les environne, & qu'ils rejettent enſuite
» pendant tout autant de tems, tout ce qu'ils
» ont abſorbé.

» Les *gouffres* ne ſont donc que des tournoie-
» ments d'eau, qui ſont produits par des cou-
» rants oppoſés ; & les *ouragans* ne ſont que
» des tournoiements d'air, produits par des vents
» contraires. Ces ouragans ſont communs dans
» la mer de la Chine & du Japon, dans celle des
» iſles Antilles, & en pluſieurs autres endroits
» de la mer, ſur-tout auprès des terres avan-
» cées & des côtes élevées. Mais ils ſont encore
» plus fréquents ſur la terre, & les effets en
» ſont quelquefois prodigieux. J'ai vu, dit Bel-
» larmin, & je ne le croirois pas ſi je ne l'euſſe
» pas vu, une foſſe énorme creuſée par le vent,
» & toute la terre de cette foſſe emportée ſur
» un village : enſorte que l'endroit d'où la terre
» avoit été enlevée, paroiſſoit un trou épou-
» vantable ; & que le village fut entiérement
» enterré par cette terre tranſportée (*). On
» peut voir dans l'hiſtoire de l'académie des
» ſciences & dans les tranſactions philoſophi-
» ques, le détail des effets de pluſieurs oura-

(*) Bellarminus, *de mentis aſcenſu in Deum.*

» gans, qui paroiſſent inconcevables ; & qu'on » auroit de la peine à croire, ſi les faits n'étoient » atteſtés par un grand nombre de témoins ocu- » laires, véridiques, & intelligents ».

Formation des golfes & des iſles.

513. OBSERVATION. Il eſt plus que vraiſemblable que le globe terreſtre, ſorti des mains du Créateur avec ſes principales montagnes & avec ſes principales mers, a eſſuyé depuis la création juſqu'à nous, de grandes révolutions qui ont produit de grands changements dans ſa ſurface.

I°. Le déluge univerſel, ce fléau deſtructeur, dont la réalité eſt conſtatée par tant de monuments authentiques & durables, a dû produire les changements & les révolutions les plus conſidérables. De ce fléau ont dû naître de nouvelles montagnes, de nouvelles iſles, de nouvelles mers, de nouveaux abymes, de nouvelles ſaiſons, une terre nouvelle, qui n'eſt plus ſans doute qu'une image informe de la terre anté-diluvienne, comme nous venons de le faire voir.

II°. Les divers tremblements de terre, dont l'hiſtoire fait mention, & dont notre ſiecle a été malheureuſement témoin, ont pu en différents tems, entr'ouvrir en mille & mille endroits les rivages qui captivoient l'immenſe océan, & lui donner paſſage dans de vaſtes plages qui étoient auparavant des contrées fertiles, & qui auront été converties en fond de mer. Eſt-il improbable qu'une telle cauſe ait ſéparé l'Europe de l'Afrique au détroit de Gibraltar, l'Aſie de l'Amérique

vers les côtes du Kamtskaka, l'Aſie d'une foule d'iſles adjacentes ?

III°. Les feux ſouterreins, dans leurs épouvantables exploſions d'où naiſſent les tremblements de terre, n'ont-ils pas pu faire ſortir du ſein des mers, d'énormes maſſes de roc & de terre, qui auront formé des iſles nouvelles dans les endroits où ils auront été lancés & dépoſés ? Ces phénomenes phyſiques s'accordent parfaitement avec l'hiſtoire. Seneque rapporte que l'iſle de *Théraſie*, aujourd'hui Santorin, parut tout-à-coup aux yeux des mariniers. Pline nous apprend que l'iſle d'*Hiéra*, près de Théraſie, a été formée de maſſes ferrugineuſes & de terres lancées du fond de la mer. Mais, ſans recourir aux ſiecles paſſés, n'a-t-on pas vu dans ce ſiecle, naître ſubitement au milieu des mers de Santorin, une eſpece d'iſle pelée (*) qui vomit pendant plu-

(*) Au commencement de ce ſiecle, le 23 mai 1707, au lever du ſoleil, le ſurlendemain d'un petit tremblement de terre, on vit de Santorin, à deux ou trois milles en mer, un énorme rocher qui parut flottant, & qui, récemment ſorti du ſein des eaux, & encore couvert d'huîtres vivantes, augmenta en hauteur juſqu'au 14 juin. La mer qui l'environnoit, étoit aſſez chaude, du moins dans les premiers jours, pour faire fondre le gaudron des bateaux qui voituroient des curieux auprès de cette iſle nouvelle. Le 16 juillet, on vit dix-ſept ou dix-huit nouveaux rochers ſortir à la fois du ſein de la mer : ils ſe réunirent en une même maſſe. Tout cela ſe fit avec un bruit affreux, qui dura plus de deux mois, & fut accompagné de tourbillons de fumée & de flamme, qui s'élevoient de la nouvelle iſle, qu'on voyoit de jour en jour augmenter ſenſiblement en hauteur & en circuit, au milieu des exploſions ſouterreines, qui lançoient des pierres & des rochers à plus de ſept milles de diſtance. *Hiſt. de l'acad.* 1708, *page* 23.

ſieurs mois des torrents de matieres enflammées, & dont l'embraſement intérieur échauffoit au loin toute la maſſe des eaux de la mer? Par les épouvantables ſecouſſes de leur embraſement intérieur, & par un artifice naturel aſſez ſemblable à l'action des mines qui font voler en l'air les remparts d'une place aſſiégée; cet énorme rocher fut détaché du fond de la mer, & lancé vers ſa ſurface, où il s'appuya ſans doute ſur d'autres rochers moins élevés.

On a vu, dit l'hiſtoire, des *iſles flottantes*. Je n'examine pas ſi la choſe eſt réelle; mais je démontre qu'elle eſt poſſible. Que l'iſle, ou l'énorme rocher dont nous venons de parler, vomiſſant par ſes différents volcans dirigés vers le zénith, une immenſe quantité de matieres de toute eſpece, forme dans ſes vaſtes flancs de grandes cavités inacceſſibles à l'eau; enſorte que ſon volume devienne moins peſant qu'un égal volume d'eau de mer. Ce rocher, ou cette iſle, ſera une iſle flottante, qui ſe ſoutiendra ſur l'eau comme une barque ou comme un vaiſſeau; & qui obéira à l'impulſion des vagues & des vents, quand il repoſera ſur une mer aſſez profonde.

IV°. Les torrents & les rivieres, qui vont ſe décharger au ſein des mers, y voiturent ſans ceſſe une quantité conſidérable de ſubſtances étrangeres qui, détachées de la ſurface des montagnes & des plaines, cedent, ou à l'impulſion de l'eau qui les chaſſe, ou à l'attraction de l'eau qui les tient en diſſolution. Suppoſons que cette quantité de ſubſtances terreſtres, voiturées par l'eau, ſoit un millieme de la ſubſtance aqueuſe: dans mille ans le ſein des mers aura reçu une maſſe de ſubſtances terreſtres, égale à l'immenſe

volume d'eau que tous les fleuves du monde portent dans la mer pendant le cours d'une année entiere. Que deviendra cet énorme quantité de matieres étrangeres, ſucceſſivement portées & accumulées vers l'embouchure des fleuves ? Livrée à l'impulſion des fleuves, des vagues, des courants marins, elle s'entaſſera en monticules dans les endroits où la conduira la plus forte impulſion. Delà les tas de ſable qui tantôt prolongent le rivage, tantôt forment des iſles iſolées, plus ou moins loin du rivage.

Cette derniere obſervation nous rappelle & nous fait ſentir une vérité très-philoſophique, qui n'a point échappé aux naturaliſtes éclairés, & que M. de Buffon rend ſenſible & palpable dans une foule de preuves de fait (*); ſavoir, que de jour en jour les montagnes s'abaiſſent & les vallées s'élevent; & que ſi la terre étoit éternelle, comme l'ont prétendu quelques matérialiſtes, tout le globe devroit être de niveau, ſans montagnes & ſans vallées; ou devroit n'avoir d'autres inégalités que celles que peuvent y occaſionner les cauſes phyſiques, telles que les tempêtes & les volcans.

FORMATION DU GLOBE TERRESTRE.

514. OBSERVATION. Ariſtote ſuppoſe la terre exiſtante de toute éternité: Epicure la fait naître du concours fortuit d'un nombre infini d'atomes éternels: Telliamed, flottant entre ces deux hypotheſes, ſe borne à lui donner des métamorphoſes éternelles en aſtre opaque & en aſtre

(*) Hiſt. nat. tom. II, page 394.

lumineux; métamorphoſes anti-philoſophiques, qui peuvent à peine figurer à côté de celles des contes des Fées, dont s'amuſent encore des enfants de tout âge. Tous ces ſyſtêmes, dont nous avons démontré l'abſurdité dans le quatrieme traité de notre métaphyſique, ne méritent aucune attention de la part d'un phyſicien.

Dans tout ſyſtême raiſonnable, & ſelon tous les phyſiciens éclairés, la terre doit ſa formation & ſon exiſtence à un Artiſte ſuprême, incréé & créateur, ſeul auteur, ſeul moteur, ſeul conſervateur de la nature: il n'y a point de partage d'opinions ſur cet objet, non plus que ſur le ſéjour plus ou moins long des eaux de la mer ſur toutes les contrées du globe que nous habitons. Mais la ſtructure qu'a la terre aujourd'hui, eſt-elle, pour le fond des choſes, la ſtructure primitive qu'elle reçut du Créateur? ou bien cette ſtructure préſente a-t-elle été ſucceſſivement produite par les cauſes phyſiques? Tel eſt l'objet des recherches des phyſiciens.

Les uns, plus amateurs du merveilleux que de la vérité, aiment à ſe perdre dans une immenſité de ſiecles, pour donner à la terre le tems de ſe minéraliſer & de ſe cryſtalliſer au ſein des eaux; de ſe convertir en continents, en mers, en iſles, en montagnes, par l'influence des cauſes phyſiques.

Les autres, plus amateurs de la vérité que du merveilleux, étudient tranquillement la nature & l'hiſtoire, pour en extraire des principes inébranlables, propres à fixer leur incertitude. On trouve parmi ces derniers, les plus grands phyſiciens, les plus célebres naturaliſtes, qui ſuppoſant la terre toute formée au commencement des

tems, au tems de la création, attribuent à l'universalité du déluge & à l'influence des causes naturelles, les phénomenes & les monuments singuliers que présentent la surface & l'intérieur de la terre dévastée.

PROPOSITION.

515. *L'état actuel de la terre ne présente rien dont on ne rende raison par l'universalité du déluge, & par l'influence des causes naturelles.*

DÉMONSTRATION. I°. Etant supposé & démontré que le globe terrestre, ainsi que toute la nature, doit son existence à un Être increé & créateur, comme nous l'avons fait voir assez au long dans le quatrieme traité de notre métaphysique; il est absurde de se tourmenter pour expliquer sa formation: puisqu'il est clair qu'ayant été créé pour les êtres vivants, il doit avoir été créé avec les principes & les constitutifs qu'il présente, & dans lesquels on ne voit rien qui ait dû les dénaturer. Il est donc inutile & absurde d'aller se perdre dans une immense révolution de siecles, & dans un ténébreux dédale de causes tantôt romanesques, tantôt chimériques, pour expliquer un phénomene qui n'exige aucune explication; pour rendre raison de la formation d'un globe, qui a dû naître tout formé.

II°. Il n'en est pas de même des mutations & des altérations de ce globe: s'il ne faut point de cause physique pour expliquer sa formation, il en faut pour rendre raison des changements qu'on y observe, & des phénomenes qu'on voit être étrangers à sa primitive constitution. Par exemple, comme il seroit inepte & absurde de demander pourquoi

pourquoi il y a de la marne, de l'eau, des ſables, des plantes, des montagnes, des vallées dans notre globe; puiſque ce globe étant deſtiné à être l'habitation des êtres vivants de toute eſpece, devoit avoir tout cela pour fournir à leurs beſoins, relativement aux vues du Créateur: de même, quand on demande pourquoi, au ſein de cette marne, de ces ſables, de ces pierres, de ces eaux, de ces vallées, de ces montagnes, ſe trouve une ville enterrée, comme Herculane en Italie, ou une ſuite de 72 villages engloutis, comme auprès de Gertruidemberg en Hollande; il ſeroit abſurde de répondre que cette ville & ces villages y ont été placés par le Créateur; parce qu'il eſt évident que ces derniers objets ſont étrangers à la conſtitution primitive du globe terreſtre.

Or, parmi les phénomenes qu'on obſerve dans la ſurface & dans l'intérieur de la terre, & dans leſquels on apperçoit quelque choſe d'étranger à la conſtitution primitive de ce globe; il n'y en a aucun dont on ne puiſſe aiſément rendre raiſon par l'univerſalité du déluge, & par l'influence des cauſes naturelles, telles que les tremblements de terre, les débordements des mers & des rivieres, l'embraſement & l'éruption des volcans, l'affaiſſement des terres & des montagnes, l'incendie des forêts & des villes, la violence des ouragans, des typhons, des trombes; principes ſi féconds & ſi durables, qu'on ne peut aſſigner aucune borne aux effets infiniment variés & infiniment multipliés qui peuvent en réſulter. Donc l'univerſalité du déluge & l'influence des cauſes naturelles, peuvent rendre raiſon de tout ce qu'il y a de phénomenes

ſurprenants dans l'état actuel de notre globe. C. Q. F. D.

OBJECTIONS A RÉFUTER.

516. OBJECTION I. Les gros anneaux deſtinés à amarrer les vaiſſeaux, les poteaux, les chaînes, les ancres, les débris de navire, les pêcheries détruites, les ports comblés, que l'on trouve dans l'intérieur de l'Egypte & dans quelques autres contrées, bien avant dans les terres, annoncent qu'il y a eu un tems où ces régions étoient des côtes maritimes. Dira-t-on que cet attirail de navigation exiſtoit avant le déluge? Dira-t-on que ces ravages ont été opérés par le déluge, ou par les cauſes phyſiques après le déluge, tandis que l'hiſtoire ſacrée & profane n'en fait aucune mention? N'eſt-il pas plus raiſonnable de juger que ces contrées ont été peuplées & détruites dans des ſiecles immenſément antérieurs à tous ceux dont nous avons connoiſſance; & que la terre a été ſucceſſivement ſoumiſe à d'étranges révolutions, bien des ſiecles avant le tems où l'écriture place ſon origine?

RÉPONSE. Les contrées où l'on trouve des ports comblés, des pêcheries enterrées, des veſtiges & des monuments qui annoncent un attirail de navigation, ne ſont pas fort élevées au-deſſus de la ſurface actuelle de la mer. Ces monuments peuvent être ou antérieurs ou poſtérieurs au déluge.

I°. *Ces monuments peuvent abſolument être antérieurs au déluge.* L'hiſtoire ſainte ne parle point de navigation avant le déluge; mais c'eſt un argument purement négatif, qui n'empêche point

de la ſuppoſer déja exiſtante & plus ou moins perfectionnée en certaines contrées. Dans l'eſpace de 2234 ans, écoulés depuis la création juſqu'au déluge (529), les hommes avoient eu le tems de créer & de perfectionner les arts les plus ſimples & les plus néceſſaires: pourquoi n'auroient-ils eu aucune connoiſſance de la navigation, dont la nature nous indique & nous montre ſenſiblement le méchaniſme & les principes en mille & mille manieres; que ne méconnoiſſent pas les Sauvages les plus groſſiers & les plus ſtupides de la Tartarie & du Canada? Si quelques-uns de ces ports comblés ont plus d'élévation que certains autres, pourquoi les plus élevés n'auront-ils pas pu être formés par différents canaux du Nil en Egypte, & d'autres fleuves ailleurs?

Au reſte, il ne faut pas s'imaginer que ces ports, dont on trouve des veſtiges dans l'intérieur des terres en Egypte & en quelques autres endroits, ſoient des ports comme ceux de Toulon, de Londres, d'Amſterdam: le port de la Seine à Paris vaut mieux que tout ce qu'annoncent les veſtiges des ports ſouterreins qu'on a découverts loin de la mer.

S'il eſt vrai qu'on ait trouvé une ancre de vaiſſeau dans le ſein d'une montagne fort élevée & fort éloignée de la mer (fait avancé, & non ſuffiſamment conſtaté); il n'eſt pas néceſſaire de former tout de ſuite un port imaginaire au ſommet de cette montagne, pour rendre raiſon de l'exiſtence de cette ancre en ce lieu. Cette ancre a pu être fabriquée ſur cette montagne, & deſtinée à être voiturée à un port plus ou moins éloigné. Cette ancre a pu être renfermée avant

diametre du ſoleil, échauffée & embraſée par le voiſinage de cet aſtre brûlant, peut rencontrer la terre, la mettre en feu, l'entraîner à ſa ſuite, cauſer à ſes mers un flux & un reflux capables d'inonder toute ſa ſurface (1202, 1455) : pourquoi ne pourroit-on pas ſuppoſer ou ſoupçonner quelque ſemblable événement dans les ſiecles antérieurs au ſiecle où nous vivons ?

RÉPONSE. Les poſſibilités ne ſont pas des faits hiſtoriques ; & il s'agit ici de faits, & non de poſſibilités. Selon tous les phyſiciens éclairés & ſenſés, la terre, les planetes, les cometes, les étoiles, toute la nature, doivent leur exiſtence à un Être increé & créateur. Depuis la création juſqu'à nos jours, la terre auroit pu abſolument ſubir d'autres révolutions, que celles auxquelles elle a été expoſée ; mais aucun monument ne conſtate l'exiſtence de ces révolutions.

I°. Si la terre avoit jamais été inondée ou embraſée par une comete, les hommes, les volatiles, les quadrupedes, auroient été détruits ſans reſſource & pour toujours : il n'y auroit plus d'eſpeces vivantes ſur la ſurface du globe terreſtre.

II°. Quoique, ſelon les loix générales de l'impulſion & de l'attraction, les cometes puiſſent abſolument cauſer d'étranges déſaſtres à la terre ; il eſt vraiſemblable que l'indéfectible ſageſſe du Créateur, qui vouloit l'exiſtence & la permanence de ſon ouvrage, a tellement arrangé & combiné, au commencement des tems, les différents mouvements des corps céleſtes au ſein du vuide immenſe autour du ſoleil, que ces corps ne peuvent & ne doivent jamais s'approcher aſſez les uns des autres, pour s'entrechoquer, pour

s'inonder, pour s'embraſer, pour déranger l'économie générale de la nature. Ainſi la terre n'a eſſuyé & n'a à craindre aucun déſaſtre de la part des cometes.

519. OBJECTION IV. Les changements de centre de gravité, que l'on a démontré poſſibles & probables (510), détruiſent les preuves phyſiques qui établiſſent l'exiſtence d'un déluge général : puiſque les phénomenes qu'on attribue communément au déluge, peuvent avoir été produits par différents changements de centre de gravité, qui auront ſucceſſivement déplacé la mer.

RÉPONSE. Un changement de centre de gravité dans le globe terreſtre, ne peut avoir lieu qu'à l'occaſion d'un déplacement de la mer ; & le déplacement de la mer, occaſionné par les ravages des volcans & des tremblements de terre, ne peut jamais être aſſez conſidérable pour faire que la mer s'éleve immenſément dans une contrée, & s'abaiſſe immenſément dans l'autre. Un golfe nouveau, tel que la mer Noire ou la mer Baltique, qui viendroit à ſe former ſur la ſurface de la terre, éleveroit à peine les mers voiſines de quelques pieds ou de quelques pouces. Il eſt donc faux que les monuments du déluge, qu'on trouve par-tout dans l'intérieur des continents & au ſommet des montagnes les plus élevées, puiſſent tous devoir leur exiſtence à un changement de centre de gravité, lequel n'a pu influer que ſur les contrées peu élevées au-deſſus de la ſurface ancienne & moderne de la mer.

Un auteur anonyme, qui n'aime pas le déluge, & à qui quelques petits déluges n'auroient pas fait de mal, qui ſe croit grand philoſophe,

& qui, par ſes erreurs philoſophiques, hiſtoriques, mathématiques, démontre preſque à chaque page qu'il ne l'eſt point du tout, prétend que tout ce que nous trouvons de coquillages foſſiles, de corps marins, dans l'intérieur de la terre & des montagnes, y a été formé naturellement ſelon les loix de la végétation & de la cryſtalliſation; en un mot, que ces poiſſons & coquillages foſſiles, n'ont jamais été réellement des poiſſons & des coquillages de mer. J'aimerois autant dire que les urnes, les tableaux, les meubles, les appartements, qu'on a trouvés dans la ville ſouterreine d'Herculane, ont été produits naturellement dans les entrailles de la terre; & que ces monuments n'annoncent point un événement qui ait englouti cette ville. Un peu plus de connoiſſance de l'hiſtoire naturelle auroit appris à cet auteur, qu'on trouve dans les entrailles de la terre, & des *foſſiles propres* à la terre, & des *foſſiles étrangers* à la terre, qu'il n'eſt pas bien difficile de diſtinguer, & que l'on ne confond qu'en voulant s'aveugler. (569.)

ARTICLE SECOND.

ANTIQUITÉ DE LA TERRE.

SELON les *Livres ſaints*, c'eſt-à-dire, ſelon les plus anciens, les plus authentiques, les plus irréfragables monuments hiſtoriques dont puiſſe s'applaudir l'eſprit humain; l'exiſtence de la terre ne remonte au-delà de l'année préſente 1771, qu'à environ 5808, ou 7572 ans. Nous

examinerons bientôt d'où peut venir cette différence de chronologie dans les livres saints.

Selon *quelques fables* égyptiennes, chaldéennes, indiennes, chinoises, l'existence de la terre remonte immensément plus loin; à plus de 36000 ans, selon les premieres; à plus de 470000 ans, selon les secondes; à peu près aussi loin, ou peut-être plus loin encore, selon les deux dernieres.

PROPOSITION.

520. *L'opinion qui donne à la terre plus d'antiquité que ne lui en donne l'Ecriture sainte, n'est fondée sur aucune preuve solide, tirée de la physique, de l'histoire, de l'astronomie.*

DÉMONSTRATION. I°. La *physique* ne présente aucun fait, aucun monument, aucun phénomene, qui suppose à la terre une antiquité plus grande que celle que lui attribuent les livres saints: puisque tout ce que nous observons de monuments & de phénomenes dans la surface & dans l'intérieur de la terre, découle ou de sa constitution primitive, ou des altérations qu'ont pu & dû y occasionner depuis quelques mille ans, & le déluge & les causes naturelles. (515.)

II°. L'*histoire*, loin d'appuyer & d'établir l'immense antiquité qu'attribuent à la terre les fables surannées de certaines nations, renverse & détruit de fond en comble cette opinion; & le monument authentique & irréfragable qui dépose contre cette fabuleuse antiquité de la terre, c'est *l'origine récente des nations*, *l'origine récente des sciences & des arts*. Toutes les histoires, sacrées & profanes, nous apprennent qu'en rétrogra-

dant de trois ou quatre mille ans, nous trouvons toujours la terre de moins en moins peuplée : que les ſciences & les arts qui regnent aujourd'hui dans le monde, doivent leur naiſſance & leur origine à des ſiecles plus ou moins reculés, mais tous poſtérieurs au ſiecle où l'hiſtoire ſainte place le déluge. Que conclure delà ? Que la terre n'a évidemment ni la chimérique éternité que lui ſuppoſent abſurdement quelques athées ; ni l'immenſe & fabuleuſe ſuite de ſiecles que lui attribuent ſans preuves, ſans monuments, ſans raiſon, ou plutôt contre toute raiſon, quelques contes romaneſques, égyptiens, chaldéens, indiens & chinois. Comment & par quelle fatalité, la terre ſeroit-elle reſtée preſque déſerte pendant tant de ſiecles ; tandis que pendant trente ou quarante ſiecles aſſez connus par l'hiſtoire, les nations ſe ſont ſi immenſément multipliées & répandues ſur la ſurface de la terre ? Comment & par quelle fatalité ſeroit-il arrivé que pendant tant de milliers de ſiecles, l'eſprit humain eût été aſſez pauvre en lumieres, aſſez ſtérile en inventions, pour laiſſer à des ſiecles ſi voiſins du nôtre, la gloire d'inventer & de perfectionner l'agriculture, l'écriture, l'éloquence, la poéſie, la peinture, l'imprimerie, l'architecture, l'optique, la géométrie, la navigation, l'aſtronomie, la phyſique, l'art militaire, tous les arts d'utilité & d'agrément ; tandis que pendant un petit nombre de ſiecles de notre connoiſſance, ce même eſprit humain a fait tant de découvertes célebres, a inventé & perfectionné tant d'arts & de ſciences utiles ? La force démonſtrative & plauſible de ce raiſonnement a obligé quelques philoſophes

modernes, à appeller à leur ſecours l'influence ou des cometes ou d'un feu central, pour inonder ou pour embraſer la terre, en différents tems fort éloignés les uns des autres; & pour y faire périr & renaître ſucceſſivement, les hommes, les ſciences, les arts. Nous verrons bientôt que les annales Chinoiſes, que nous n'avons garde de mettre purement & ſimplement au rang des fables, ne prouvent rien contre cette démonſtration générale, fondée ſur l'origine récente des nations, des ſciences, des arts.

III°. L'*aſtronomie* ne nous offre aucun monument qui puiſſe fonder & établir l'opinion qui recule l'exiſtence de la terre au-delà des tems où les livres ſaints placent ſa création. Je diſtinguerai dans l'hiſtoire de l'aſtronomie, dit le célebre de Lalande, l'un des plus ſavants & des plus profonds aſtronomes de ce ſiecle (*), « je » diſtinguerai l'aſtronomie mythologique, qui » ne remonte, comme le déluge, qu'à 2400 ans; » les obſervations chaldéennes, qui ne vont guere » qu'à 800 ans, avant Jeſus-Chriſt; & les re» cherches de détail, qui ne commencent que » 400 ans avant l'ère chrétienne ». On peut voir dans ce ſavant auteur, que l'aſtronomie a dû commencer avec le genre humain; mais que l'aſtronomie des ſiecles reculés, chez les Uranus, chez les Athlas, chez les Bélus, chez les Zoroaſtre, chez les anciens Egyptiens, Babyloniens & Chinois, ſe bornoit à obſerver en gros, le mouvement du ſoleil, de la lune, des étoiles, du zodiaque: que le plus ancien

(*) *Aſtronomie de Lalande*, tome I, liv. II, pag. 65 & ſuivantes, juſqu'à 113.

ouvrage d'aſtronomie que nous ayons, eſt l'Almageſte de Ptolomée, qui emploie trois éclipſes de lune, dont la premiere fut obſervée à Babylonne 721 ans avant Jeſus-Chriſt. « Il paroît donc, continue le même auteur, que c'eſt » vers cette époque, 721 ans avant Jeſus-» Chriſt, qu'il faut placer les plus anciennes » obſervations qui euſſent mérité d'être conſervées. Tout ce qui avoit précédé, n'étoit qu'un » commencement groſſier de connoiſſances aſtronomiques : il ſe réduiſoit à l'invention du zodiaque & au retour des phaſes de la lune.

» Pour démontrer que l'aſtronomie des Chaldéens ſe réduiſoit à très-peu de choſe, je ne » voudrois d'autre preuve que le ſentiment de » Beroſe, qui croyoit que la lune avoit deux » côtés, l'un brillant, l'autre obſcur : de ſorte » qu'il ignoroit la cauſe des phaſes de la lune. » Diodore de Sicile nous apprend auſſi que les » Chaldéens n'étoient point d'accord ſur les » éclipſes de ſoleil ; qu'ils n'oſoient pas dire leur » ſentiment ſur la cauſe, ni prédire le tems de » ces éclipſes. Malgré la médiocrité de ces connoiſſances aſtronomiques des Chaldéens, on » ne peut ſe diſpenſer de les regarder comme » les premiers aſtronomes du monde : puiſque » Hipparque & Ptolomée qui vivoient en » Egypte, l'un un ſiecle & demi avant, & l'autre » un ſiecle & demi après Jeſus-Chriſt, ne trouverent point ailleurs d'anciennes obſervations. » Hipparque fit un recueil des éclipſes de ſoleil » & de lune, obſervées par les Chaldéens, & » les rapporta à la maniere de compter les mois » qui étoit uſitée dans la Grece : il paroît que » Ptolomée puiſa dans ce recueil tout ce qui eſt

» rapporté dans ſon Almageſte ſur les anciennes » éclipſes. Ptolémée eſt le ſeul de tous les anciens » aſtronomes, dont les ouvrages nous ſoient » reſtés ».

L'aſtronomie eſt encore moins riche en anciens monuments, chez les Chinois : elle n'en a point du tout chez les Indiens. « Vers l'an 206 » avant Jeſus-Chriſt, dit M. de Lalande, l'em- » pereur *Lieou-pang* commença à protéger l'aſ- » tronomie, & établit un tribunal de mathé- » mathiques. Vers l'an 550 de l'ère chrétienne, » *Tchang-tſe-ſin* donna des regles pour calculer » la parallaxe de la lune, & trouver le commen- » cement & la fin d'une éclipſe : ce qui avoit » été inconnu à la Chine juſqu'alors. Vers l'an » 1573, les miſſionnaires Jéſuites porterent à la » Chine le goût des ſciences Européennes, & » ſur-tout les plus belles connoiſſances d'aſtro- » nomie : ainſi nous ne devons plus tenir compte » aux Chinois, de ce qui s'eſt trouvé depuis ce » tems là d'aſtronomie parmi eux ».

IV°. Il eſt important de remarquer ici, d'après le grand Newton, que l'hiſtoire profane des Grecs, des Egyptiens, des Babyloniens ou Chaldéens, étend par-tout la durée du tems au-delà de ſes limites. Par exemple, l'hiſtoire profane compte environ quatorze cents ans depuis l'expédition des Argonautes, juſqu'au tems où commence l'ère chrétienne; & Newton fait voir qu'il ne faut compter qu'environ neuf cents ans entre ces deux époques. Les deux preuves qui établiſſent la ſupputation de Newton & ſa réforme de l'ancienne chronologie, ſont le cours ordinaire de la nature & les obſervations aſtronomiques; deux genres de preuves, dont l'enſemble paroît

former une démonſtration complette en ce point, & dont nous allons donner une idée.

Selon le *cours de la nature*, la durée commune de chaque génération eſt d'environ trente ans; & la durée commune de chaque regne, l'un portant l'autre, eſt d'environ 20 ans; comme on s'en convaincra, en prenant un grand nombre des regnes ſucceſſifs dans l'hiſtoire de France, d'Angleterre, d'Eſpagne, & ainſi du reſte. Or les hiſtoires Grecques, Egyptiennes & Chaldéennes, font la durée des regnes, de plus de trente ans: donc elles la font plus longue qu'elle ne doit être ſelon le cours ordinaire de la nature. Il eſt aſſez probable que dans des tems où l'on avoit très-peu de monuments hiſtoriques & de dates préciſes, les hiſtoriens ont donné à la durée des regnes confuſément connue, la durée commune d'une génération: or comme les hommes vivent plus long-tems que les rois ne regnent, les hiſtoriens ont dû porter la durée des regnes au-delà de ſa juſte valeur. Un ancien hiſtorien aura dit: il y a trente rois dans telle nation, ce qui fait trente générations: or, trente générations font environ mille ans: donc l'empire de cette nation a duré environ mille ans. Cet hiſtorien ſe ſera trompé d'environ un tiers dans ſon calcul, en confondant la durée commune des générations, avec la durée commune des regnes, qui eſt & qui doit être plus courte, ſelon le cours de la nature.

Les *obſervations aſtronomiques* ſont encore ici d'un plus grand poids, & voici comment Newton en fait uſage dans ſa réforme de l'ancienne chronologie. Au tems de l'expédition des Argonautes, le centaure Chiron, au rapport de Clément

Alexandrin, obſerva les ſignes du zodiaque ; & fixa l'équinoxe du printems au milieu de la conſtellation du bélier, & le ſolſtice d'été au milieu de la conſtellation du cancer. Long-tems après l'expédition des Argonautes, & un an avant la guerre du Péloponeſe, l'aſtronome Méton obſerva que le ſolſtice d'été répondoit au huitieme degré de la conſtellation du cancer. Or il conſte par les obſervations aſtronomiques, que les équinoxes & les ſolſtices rétrogradent perſévéramment contre l'ordre des ſignes ; & que la quantité de leur rétrogradation eſt d'un degré en ſoixante-onze ans & demi (1131) : donc depuis l'expédition des Argonautes, juſqu'au commencement de la guerre du Péloponeſe, le ſolſtice d'été avoit rétrogradé de ſept degrés. Un degré vaut 71 ans & demi : donc, du commencement de la guerre du Péloponeſe, à l'expédition des Argonautes, il n'y a que ſept fois 71 ans & demi, qui ſont environ cinq cents ans ; & non pas ſept cents ans, comme comptoient les Grecs. Depuis lors juſqu'à maintenant, les équinoxes & les ſolſtices ont continué à rétrograder : de ſorte qu'en comparant l'état actuel du ciel, à l'état où il étoit au tems de l'expédition des Argonautes, on trouve que cette expédition doit être placée environ neuf cents ans avant Jeſus-Chriſt, & non pas environ quatorze cents ans. Delà il réſulte inconteſtablement que *toutes les époques doivent être rapprochées dans l'hiſtoire ancienne* ; que l'origine des anciens empires ne remonte pas auſſi loin que l'hiſtoire le rapporte ; que les tems hiſtoriques des Grecs, des Egyptiens, des Babyloniens, ne vont pas

auſſi près du déluge, qu'on le prétend d'apres l'hiſtoire ancienne.

Hyparque, qui floriſſoit environ un ſiecle & demi avant la naiſſance de Jeſus-Chriſt, fut le premier qui s'apperçut du grand phénomene de la révolution du ciel autour des poles de l'écliptique, ou qui en inſtruiſit les Egyptiens. Ptolomée obſerva le même phénomene après Hyparque, & tâcha de l'expliquer & d'en déterminer la durée. Il imagina ſon ciel des étoiles, auquel il attribua une révolution d'occident en orient, autour des poles de l'écliptique, en trente-ſix mille ans: d'où il réſultoit que ce prétendu ciel des étoiles avançoit d'un degré en cent ans. Ptolomée ſe trompa dans ſon ſyſtême phyſique, & en partie dans ſon calcul aſtronomique. Il fit réelle, une révolution qui n'eſt qu'apparente; & il donna une durée de 36000 ans, à une révolution qui s'effectue en 25740 ans (1327). De-là le défaut chronologique que Newton a découvert dans l'hiſtoire ancienne. Par exemple, un aſtronome ou un hiſtorien auroit dit au tems de Ptolomée ou dans les ſiecles ſuivants: l'équinoxe du printems au tems de tel obſervateur ou de tel événement, étoit au quinzieme degré de la conſtellation du bélier; & maintenant il eſt au trentieme degré de la conſtellation des poiſſons: donc cet équinoxe a rétrogradé de quinze degrés. Or un degré vaut cent ans, & quinze degrés valent quinze cents ans: donc cet obſervateur vivoit 1500 ans avant moi: donc il y a 1500 ans, depuis cet événement juſqu'au tems préſent. Il eſt certain qu'un aſtronome ou un hiſtorien qui auroit raiſonné ainſi, ſe ſeroit trompé

trompé d'environ quatre cents vingt-huit ans, parce qu'un degré de rétrogradation ne vaut pas cent ans, mais ſimplement ſoixante-onze ans & demi. Tel eſt le fondement de la fameuſe réforme qu'a fait dans la chronologie, un génie né pour perfectionner à la fois & la géométrie & la phyſique & l'hiſtoire.

V°. Il réſulte évidemment de tout ce que nous venons d'expoſer, que la phyſique, que l'hiſtoire, que l'aſtronomie, ne fourniſſent aucune preuve ſolide qui autoriſe à reculer l'exiſtence de la terre, au-delà de l'origine que lui aſſignent les Livres ſaints. C. Q. F. D.

OBJECTIONS A RÉFUTER.

521. OBJECTION I. Les Egyptiens donnoient à la terre, au tems de l'hiſtorien Manethon, environ trente-ſix ou quarante mille ans d'ancienneté : les Chaldéens, au tems de Beroſe, lui donnoient une ancienneté environ douze fois plus grande : donc l'hiſtoire profane donne à la terre plus d'ancienneté que l'hiſtoire ſainte.

RÉPONSE. Des rêves abſurdes, des romans inſipides, des ouvrages évidemment fabuleux, méritent-ils le nom d'hiſtoire ? Tels ſont les ouvrages de Beroſe & de Manethon ; comme nous l'avons fait voir dans notre métaphyſique. (389, 390.)

« I°. Les Chaldéens prétendoient, dit M. de » Lalande, avoir 470000 ans d'obſervations aſ- » tronomiques ; d'autres réduiſoient ce calcul à » 43000 ans, avant Jeſus-Chriſt. Diodore de » Sicile & Lactance penſent qu'ils prenoient » les mois pour des années ; dans ce cas, les

» 43000 ans ſe réduiſent à 3476 années ſolaires. » Mais ce nombre doit être encore bien dimi- » nué : car Pline dit ſeulement qu'on avoit trou- » vé parmi eux des obſervations de 700 ans, » ſuivant Epigenes ».

Simplicius, cité par Porphire, porte ce nombre d'obſervations aſtronomiques, à 1903 ans : c'eſt celui que trouva Calliſthene, au tems d'Alexandre. Il eſt facile de concilier cette oppoſition hiſtorique entre Epigenes & Simplicius : le premier ſe borne ſans doute, comme Hyparque & Ptolomée, aux obſervations dignes de l'attention des ſavants : le ſecond embraſſe toutes les obſervations quelconques, faites depuis l'origine la plus reculée de la nation Chaldéenne.

II°. Les Egyptiens regardoient les Chaldéens comme leurs maîtres en fait de ſcience & d'hiſtoire : Manethon, qui n'étoit rien moins qu'un philoſophe & un aſtronome, crut donc pouvoir & devoir adopter aveuglément, l'immenſe antiquité que les Chaldéens mitigés donnoient à la terre, ſans preuve & ſans fondement.

III°. Quand même il ſeroit vrai qu'il s'eſt trouvé en Chaldée, des obſervations aſtronomiques qui remontent au-delà du déluge ; il ne s'enſuivroit pas que ces obſervations reculent le déluge au-delà du tems où le place l'écriture. Car Joſephe raconte dans ſes Antiquités Judaïques, que les deſcendans de Seth, pour conſerver la mémoire des obſervations céleſtes qu'ils avoient faites avant le déluge, graverent les principales ſur deux colonnes, l'une de pierre, l'autre de brique ; que celle de pierre réſiſta aux eaux du déluge, & que de ſon tems

on en voyoit encore des veſtiges dans la Syrie.

522. OBSERVATION II. Les *annales Chinoiſes*, abſtraction faite des tems évidemment fabuleux, donnent à cette monarchie, d'abord huit monarques élus par la nation, enſuite vingt-deux dynaſties ou familles impériales héréditaires, en tout 238 empereurs, non compris ceux qui n'ont régné que quelques mois, ou qui ont été rétranchés du nombre des empereurs pour quelque autre raiſon. Selon ces annales, dont on ne peut conteſter la vérité hiſtorique pour le fond des choſes; depuis Fohi, fondateur de cet empire, juſqu'à l'empereur actuellement régnant, il s'eſt écoulé environ 4700 : ce qui porte le commencement de cette monarchie, à près de 600 ans au-delà du déluge.

RÉPONSE. Les annales de la Chine, ainſi que les annales de tous les peuples & de toutes les familles qui vont ſe perdre dans une grande antiquité, ſont toujours néceſſairement un mêlange informe de lumiere & de ténebres, de vérité & de fables, que la critique doit tâcher de démêler. Si nous avons ſi peu de certitude & de lumiere ſur l'origine & ſur les premiers tems de nos ancêtres, les Francs & les Gaulois, devons-nous raiſonnablement attendre que les Chinois aient plus de lumiere & de certitude ſur l'origine & ſur les premiers tems de leur nation, qui remonte à des tems incomparablement plus éloignés & plus ténébreux ?

I°. Selon ces annales Chinoiſes, les huit premiers régnes occupent 737 ans; & les huit premiers monarques étoient des ſouverains élus par le choix de leurs compatriotes : c'étoient par là même, des hommes déja diſtingués, ou par leur

mérite, ou par leur audace, ou par leur intrigue, avant leur élection. A qui perſuadera-t-on que huit monarques conſécutifs, déja d'un certain âge en montant ſur le trône, aient regné l'un portant l'autre, plus de 93 ans? Il eſt évident qu'il y a à rabattre au moins les deux tiers, ſur cette premiere durée de la monarchie Chinoiſe (520. IV°). Voilà déja, ſur 737 ans, au moins 500 ans, qu'une critique éclairée & ſenſée ne peut ſe diſpenſer de retrancher ſur les premiers tems de cette monarchie; ſoit que dans ces premiers tems d'ignorance & de ténebres, les années ne fuſſent pas des années ſolaires, ce qui eſt aſſez vraiſemblable; ſoit que les ſignes qui exprimoient les nombres dans les premiers âges, ne répondent pas aux ſignes qui ont exprimé les nombres dans les âges ſuivants.

II°. La durée des regnes ſuivants, dans les vingt-deux dynaſties qui ont ſucceſſivement occupé le trône après les huit empereurs élus, eſt aſſez conforme à la durée que nous obſervons dans les regnes des ſouverains, dans l'hiſtoire ancienne & moderne des nations Européennes. Mais en ſuppoſant à ces annales tout ce qu'elles peuvent avoir de certitude, & ſans rien retrancher aux vingt-deux dynaſties & aux regnes qui les rempliſſent; ne peut-on pas penſer avec la plus grande vraiſemblance, que les premieres dynaſties étoient des familles régnantes en différentes contrées, dont les regnes ont concouru enſemble, & qu'on aura placées dans la ſuite, d'après l'hiſtoire ou la tradition confuſe de ces premiers tems, les unes à la ſuite des autres? Eſt-il vraiſemblable qu'une contrée qui a cinq ou ſix cents lieues d'étendue du nord au midi,

& près de quatre cents du levant au couchant, ait commencé par être ſoumiſe à une ſeule famille, à un ſeul chef? Ce ſeroit un phénomene unique, un phénomene diamétralement oppoſé aux mœurs des hommes, à l'hiſtoire de toutes les nations, qui ont toujours commencé par être un aſſemblage de petites hordes ou péuplades iſolées, ſoumiſes à différents petits chefs, & que l'impérieuſe loi du plus fort a converti ſucceſſivement & peu à peu en de grands corps politiques, ſoumis à un ſeul deſpote ou monarque. C'eſt ainſi que les annales Egyptiennes, comme l'obſerve judicieuſement l'hiſtorien Joſephe, en plaçant les unes à la ſuite des autres, des dynaſties dont les regnes ont concouru enſemble, ont fabuleuſement prolongé la durée du monde & des tems.

III°. Il ne faut pas s'imaginer que ces annales Chinoiſes ſoient une eſpece de journal hiſtorique, fait ſucceſſivement depuis les premiers tems de la monarchie juſqu'à nos jours. Ce ſont des hiſtoires aſſez peu anciennes, qu'on a compoſées depuis un certain nombre de ſiecles, avec plus ou moins de critique, & ſur les traditions nationales, & ſur un fort petit nombre d'anciens monuments hiſtoriques qui n'exiſtent plus. Car, de l'aveu même des Chinois, les hiſtoires qui devroient conſtater la longue ſuite de ſiecles où va ſe perdre leur origine, périrent toutes ſous le regne du tyran *Tſin-chi-vang*, qui fit brûler tous leurs livres anciens, & diſparoître tous leurs anciens monuments hiſtoriques, environ deux ſiecles avant l'ère chrétienne.

IV°. S'il eſt plus que vraiſemblable que les premiers chefs & les premieres dynaſties dont

les annales Chinoiſes font mention, ont concouru enſemble dans leurs regnes en différentes contrées de la Chine; il conſte ſuffiſamment, & par ces mêmes annales, & par certains monuments qu'on a trouvés en différentes contrées de la Chine, tels qu'un ancien temple antérieur au temple de Salomon, que la nation Chinoiſe exiſte, plus ou moins nombreuſe, diviſée en pluſieurs dynaſties, ou réunie en un même corps politique, depuis environ 4000 ans: ce qui remonte à environ 150 ans en-deçà du tems où la chronologie de la vulgate place le déluge. La chronologie des Septante (530), qui place le déluge environ 1186 ans plus loin, & à laquelle nous nous attachons de préférence, fournit aux nations diſperſées après le déluge, un tems ſurabondant pour ſe répandre & pour ſe multiplier dans toutes les contrées d'Aſie.

Quant aux Indiens, leur tems hiſtorique eſt ſi fort confondu avec leur tems fabuleux, qu'il n'eſt pas poſſible d'y trouver rien de fixe & de certain. Il eſt ſimplement vraiſemblable que les régions de l'Inde furent les premieres à ſe peupler, après la fameuſe diſperſion du genre humain; ſoit parce qu'elles ſe trouvoient plus à portée de l'ancienne patrie des enfans de Noé, qui habitoient les bords du Tigre & de l'Euphrate; ſoit parce que leurs riches contrées jouiſſent d'une température plus analogue à la température de cette patrie primitive du genre humain. Ainſi il eſt vraiſemblable qu'après la diſperſion des enfants de Noé, différentes familles allerent ſucceſſivement, & peu à peu, donner naiſſance à différentes nations dans toutes les contrées de l'Aſie, au nord & au midi, au levant & au

couchant de Babylone, à peu près dans le même tems que Nemrod, arriere-petit-fils de Noé, homme robuſte & chaſſeur redouté, ſelon l'Ecriture, donnoit naiſſance à l'empire Babylonien, environ 150 ans après le déluge. Les premiers monarques de ces différentes nations auront été d'abord ou des chefs de familles, comme Abraham & Melchiſedec; ou des chefs de pâtres, de chaſſeurs, de brigands, comme Nemrod chez les Chaldéens; & dans la ſuite, Romulus chez les Romains.

523. COROLLAIRE I. *Il eſt donc faux que le ſpectacle de la terre, que les monuments hiſtoriques ou aſtronomiques des Chaldéens, des Egyptiens, des Chinois, des Indiens, fourniſſent aucune preuve ſolide contre la chronologie de Moyſe, ou contre le peu d'ancienneté que cet hiſtorien donne à la terre & à l'univers.*

EXPLICATION. I°. Les monuments aſtronomiques des Chaldéens, ſur leſquels on peut compter, & qui peuvent fournir quelque lumiere utile, ne remontent, au-delà de l'ère chrétienne, qu'à environ 721 ans ſelon Ptolomée, le ſeul auteur où l'on puiſſe trouver ces monuments.

II°. Les monuments aſtronomiques des mêmes Chaldéens, dont l'aſtronomie ne peut faire aucun uſage, à cauſe de leur incertitude, de leur inexactitude, de leur peu d'utilité, vont au-delà du tems d'Alexandre, a environ 700 ans, ſelon Pline; a environ 1903 ans, ſelon quelques autres hiſtoriens. Ces monuments ne remontent donc au plus, que vers le tems de Nemrod, ſelon la chronologie de la vulgate; & bien en-deçà

du tems de Nemrod, ſelon la chronologie des Septante.

III°. Les monuments hiſtoriques & aſtronomiques des Egyptiens, des Phéniciens, des Grecs, ſont tous poſtérieurs aux monuments hiſtoriques & aſtronomiques des Chaldéens; de l'aveu de tous les hiſtoriens & de tous les critiques éclairés. Les anciens monuments hiſtoriques de la nation Egyptienne, périrent tous, de l'aveu des auteurs mêmes de cette nation, au tems de la guerre des Perſes, antérieure à Manethon.

IV°. L'hiſtoire même des tems fabuleux ne favoriſe en rien l'opinion, ou plutôt la fable que nous combattons. Diodore de Sicile dit qu'Uranus paſſoit pour être le premier qui avoit raſſemblé & inſtruit les hommes auparavant diſperſés dans les forêts. Il obſervoit les aſtres avec ſoin, prédiſoit aux hommes ce qui devoit arriver dans le ciel: il diſtingua les années par le mouvement du ſoleil, & les mois par le mouvement de la lune. Parmi les fils d'Uranus, les principaux furent Atlas & Saturne, qui partagerent l'empire: Atlas eut la partie ſituée vers l'océan; & s'adonnna tout entier, comme ſon pere, à l'obſervation des aſtres. « Il paroît, dit M. de Lalande, « que l'Atlas des Grecs paſſoit » pour avoir vécu 2400 avant Jeſus-Chriſt. » C'eſt auſſi à peu près le tems de Noé, ſuivant » les commentateurs de l'Ecriture; & c'eſt auſſi » la plus haute antiquité qu'il ſoit poſſible de » donner aux éléments de la plus ſimple aſtro- » nomie, en adoptant même cette tradition des » Grecs ſur l'ancienneté d'Atlas. Ciceron nous » dit expreſſément, dans ſes Tuſculanes, que

» la connoiſſance divine des mouvements cé-
» leſtes, avoit donné lieu de dire qu'Atlas ſou-
» tenoit le ciel; & que ſon frere Prométhée,
» fils de Japet, qu'on croit être Japhet, fils de
» Noé, étoit attaché au mont Caucaſe. Juſqu'ici
» ce n'eſt qu'une tradition obſcure & fabuleuſe:
» mais vers le tems du ſiége de Troye & de
» l'expédition des Argonautes, 1300 ans avant
» Jeſus-Chriſt, l'aſtronomie fit quelques progrès.
» Le Centaure Chiron, Theſſalien & fils de Sa-
» turne, apprit aux hommes à faire des *aſtériſmes*
» ou des figures du ciel: il les enſeigna à Achilles.
» Les noms que portent aujourd'hui les conſtel-
» lations, paroiſſent leur avoir été donnés par
» les Grecs, peu après le voyage des Argonautes.
» C'eſt ce que penſoit Séneque, quand il dit: il
» n'y a pas encore quinze cents ans, que la Grece
» a compté & nommé les étoiles ».

V°. Les Chinois n'ont aucun monument aſtro-
nomique, qui mérite quelque attention, avant
la naiſſance de Jeſus-Chriſt. Cette nation étoit
encore plongée dans la plus profonde ignorance
ſur la ſcience du ciel, au tems où l'aſtronomie
avoit déja fait de grands progrès en Chaldée &
en Egypte. Elle n'a commencé à calculer les
éclipſes avec quelque préciſion, qu'environ
500 ans après Jeſus-Chriſt; & quand les miſſion-
naires Européens parurent en Chine dans les
derniers ſiecles, ils y trouverent encore toutes
les ſciences, & ſur-tout l'aſtronomie, dans une
eſpece d'enfance. Quant aux annales de cette
nation, elles ſont, comme les annales de toutes
les anciennes monarchies, obſcures, confuſes,
incertaines, fabuleuſes, dans leurs commence-
ments; & ce qu'elles préſentent de ſûr & de cer-

tain, n'annonce point pour cette nation une antiquité égale à celle que l'Ecriture donne au déluge, ſur-tout ſelon la chronologie des ſeptante.

VI°. L'hiſtoire de Moyſe ſur l'origine des choſes & ſur les premiers ſiecles du monde, lue avec des yeux ſimplement profanes, ſe montre évidemment marquée à l'auguſte ſceau de la vérité, & a inconteſtablement toute l'autorité dont l'hiſtoire eſt ſuſceptible: puiſqu'indépendamment des caracteres divins qui la rendent authentique & infaillible, ſon auteur s'y montre par-tout comme un homme à lumieres, comme un homme integre & judicieux, comme un homme à portée d'être inſtruit ſur ce qu'il écrit, comme un homme avoué & pendant ſa vie & après ſa mort ſur tous les faits qu'il rapporte dans ſon hiſtoire; & que le point qu'on attaque aujourd'hui dans cette hiſtoire, l'origine récente de la terre & du monde, peut ſeul ſe concilier avec l'origine récente des nations, avec l'origine récente des ſciences & des arts: faits indubitables, qui nous ſont conſtatés par mille & mille preuves irréfragables.

524. COROLLAIRE II. *On voit maintenant, par tout ce que nous venons d'obſerver & d'établir, ſur quels vains & frivoles fondements eſt appuyée la chronologie Egyptienne, Chaldéenne & Chinoiſe, ſi vantée de nos jours par quelques Coryphées de l'irréligion.* Qu'on apprenne delà combien crédule eſt quelquefois l'Incrédulité, qui l'adopte avec tant d'empreſſement & tant d'emphaſe!

Oſera-t-on, après cela oppoſer ſérieuſement quelques fables plus que ſurannées, quelques contes ineptes & puériles, quelques ſources

apochryphes & abſurdes, aux autorités reſpectables des Hyparque, des Ptolomée, des Pline, des Séneque, des Joſephe? Les rêves d'un Telliamed, les fables d'un Beroſe, d'un Manethon, d'un Sanchoniaton, oſeroient-ils encore prétendre à balancer les ſavantes & profondes recherches des Ptolomée, des Riccioli, des Wolfe, des Newton, des Leibnitz, des de Lalande; recherches qui s'accordent toutes avec l'antiquité que donne à la terre & au genre humain, l'Ecriture ſainte? O raiſon humaine, que tu es à plaindre dans certaines cervelles, où pour te plaire, il faut toujours te préſenter l'abſurde délire, en place de l'auguſte vérité!

CHRONOLOGIE, EN GÉNÉRAL.

525. DÉFINITION I. La *chronologie* eſt une ſcience qui apprend à meſurer, à diſtinguer, à comparer les tems. La chronologie & la géographie ſont les deux flambeaux de l'hiſtoire.

526. DÉFINITION II. On appelle *époque*, un événement célebre, d'où l'on commence à compter les années. Les principales époques ſont la création, le déluge, la vocation d'Abraham, la dédicace du temple de Salomon, la liberté rendue aux Juifs par Cyrus, la naiſſance de Jeſus-Chriſt. Les différents peuples ont enſuite leurs époques particulieres à leur hiſtoire ou à leur religion. Les Romains datoient de la fondation de Rome: les Muſulmans datent de l'Hégire, ou de la fuite de Mahomet, quand il quitta la Mecque pour ſe retirer à Médine.

Parmi les époques, les plus fixes ſont les éclipſes de ſoleil & de lune. Quand on ſait par

l'hiſtoire, que tel regne ou tel événement a concouru avec telle éclipſe; il eſt facile de déterminer, par les regles aſtronomiques, le tems précis où doit être placé ce regne ou cet événement. Mais une longue ſuite d'éclipſes, calculées & non obſervées dans une monarchie, ne prouve rien en faveur de ſon ancienneté: parce qu'on peut calculer aujourd'hui toutes les éclipſes qui ont exiſté depuis le commencement du monde. Les années que l'on compte depuis les différentes époques, ſont ou aſtronomiques ou civiles.

527. DÉFINITION III. L'*année aſtronomique*, qui ramene les ſaiſons, eſt une révolution entiere, réelle ou apparente, du ſoleil autour de l'écliptique, à compter d'un point quelconque, juſqu'au retour vrai ou apparent du ſoleil au même point. Elle eſt, ſelon Thichobrahé, la Hire, Caſſini, de 365 *jours* 5 *heures* 49′ 0″.
Selon Kepler, de 365 5 48 57
Selon de Lacaille, de 365 5 48 43
Selon de Lalande, de 365 5 48 45

L'année aſtronomique a été fixée & déterminée par les derniers aſtronomes, avec la plus grande préciſion qu'on puiſſe avoir: l'incertitude ne va pas, dit M. de Lalande, à trois ou quatre ſecondes de tems. Mais il faut bien remarquer qu'il s'agit ici de l'*année aſtronomique tropique*, qui ramene les ſaiſons, & qui comprend le tems précis qui s'écoule entre le commencement d'une ſaiſon, par exemple, du printems, & le retour de la même ſaiſon.

528. DÉFINITION IV. L'*année civile* eſt un eſpace périodique de tems, déterminé par l'uſage ou par les loix d'une nation: la plus parfaite eſt

celle qui s'accorde le mieux avec l'année aſtronomique tropique. Mais les premiers habitans de la terre, & les fondateurs des premieres monarchies, furent pour l'ordinaire d'aſſez mauvais aſtronomes; & leur année civile fut ſouvent fort différente & fort indépendante de l'année aſtronomique, dont nous venons de parler.

I°. Chez les *Romains*, l'année civile fut d'abord, ſous Romulus, de dix mois lunaires, auxquels on attribua 304 jours. Elle fut enſuite, ſous Numa, de douze mois lunaires, que l'on ſuppoſa répondre à 365 jours. Comme cette année de 365 jours étoit trop courte de près de ſix heures, il fallut ajouter de tems en tems des jours intercallaires à l'année; ce qui fut abandonné au caprice des pontifes. Jules Céſar fit l'année civile de 365 jours & ſix heures; & cette année, trop longue de onze minutes & un quart, a ſubſiſté juſqu'au tems de la réforme du calendrier par le pape Grégoire XIII, en 1582, où l'année civile ſe trouva devancer de dix jours l'année aſtronomique.

II°. Chez les *Grecs*, l'année civile étoit une année de douze lunaiſons, à laquelle on ajoutoit tous les deux ou tous les trois ans, une lunaiſon embolémique ou intercalaire.

III°. Chez les *Hébreux*, l'année civile étoit de douze lunaiſons, qu'on tâchoit de rapprocher de l'année aſtronomique, ſoit en ajoutant chaque année, onze ou douze jours à la fin de ces douze lunaiſons; ſoit en inſérant de tems en tems à une année de douze lunaiſons, une treizieme lunaiſon; & cette année de treize lunaiſons étoit appellée *année embolémique*. Chez les Juifs

modernes, chez les Turcs, chez les Arabes, l'année civile eſt à peu près la même choſe.

Déja au tems du déluge, l'année civile, chez les patriarches, étoit de douze lunaiſons & quelques jours : puiſqu'il eſt dit dans la Geneſe, que le déluge dura douze mois & dix jours; & qu'il eſt dit enſuite que le déluge dura environ un an. Les années des patriarches n'ont donc rien de commun avec les années lunaires & d'un mois, dont nous allons parler. Ceux qui ont eu ce ſoupçon, n'ont pas fait attention que dans leur abſurde calcul, les patriaches auroient été peres à l'âge de deux ans & demi.

IV°. Chez les *Egyptiens*, l'année civile, ſelon Pline, Plutarque & pluſieurs autres auteurs, fut d'abord compoſée d'une ſeule lunaiſon, enſuite de trois, de quatre, de ſix, de douze lunaiſons. Aſeth, trente-deuxieme roi d'Egypte, ajouta cinq jours à l'année de douze lunaiſons, auxquelles on attribuoit 360 jours : cette année civile fut donc dès-lors en Egypte, de 365 jours. On voit par-là, quelle horrible confuſion a dû néceſſairement répandre dans la chronologie des nations, cette diverſité d'années civiles, dont les commencements erroient ſucceſſivement de mois en mois.

V°. Dans tous les états chrétiens, l'année civile eſt aujourd'hui, ſelon la réforme du calendrier par le pape Grégoire XIII, de 365 jours pendant trois ans; & de 366 jours l'année ſuivante qu'on nomme *biſſextile*. Si l'année aſtronomique étoit de 365 jours & ſix heures, le biſſexte ramèneroit préciſément tous les quatre ans, l'année civile à l'année aſtronomique. Mais ce biſſexte ajoute

à l'année civile en quatre ans, environ 45 minutes plus que le ſoleil n'emploie à retourner au même point du zodiaque : ce qui fait environ un jour en 128 ans ; de ſorte qu'après environ 128 ans, il faut omettre le biſſexte occurrent ; pour que l'année civile quadre à peu près avec l'année aſtronomique. Les aſtronomes employés à la réforme du calendrier propoſerent, & d'après leur avis il fut arrêté, que dans le cours de 400 ans, on omettroit trois biſſextes ; c'eſt pour cette raiſon que l'annnée 1700 ne fut point biſſextile ; 1800 & 1900 ne le ſeront point encore, mais 2000 le ſera.

Chronologie des livres ſaints.

529. OBSERVATION. Dans ce qui concerne l'ancienneté de la terre & du genre humain, la chronologie des livres ſaints eſt la ſeule conforme à l'hiſtoire, à la phyſique, à la raiſon (520). Mais cette chronologie des livres ſaints qui eſt le point fixe & inébranlable d'où partent tous les chronologiſtes éclairés & ſenſés, ne donne point un même nombre d'années, dans les différentes ſources où elle eſt conſignée, c'eſt-à-dire, dans le pentateuque & dans les verſions qu'on a de cet ouvrage divin.

I°. On nomme *pentateuque*, les cinq premiers livres de l'ancien teſtament. Ces cinq premiers livres, écrits par Moyſe, le légiſlateur du peuple Hébreu, le plus grand thaumaturge de l'ancienne loi, le plus ancien hiſtorien du monde, renferment l'hiſtoire de l'univers depuis la création juſqu'au tems où le peuple de Dieu entra dans la terre promiſe. (*Mét.* 589.)

II°. La *verſion des Septante* eſt une traduction grecque de l'ancien teſtament, & par-là même du pentateuque qui en eſt le premier ouvrage : traduction très-ancienne & très-reſpectable ; quelle qu'en ſoit l'origine, elle ne cede en rien en fait d'autorité & d'authenticité, au texte original des anciens livres ſaints. (*Mét.* 592.)

II°. La *vulgate* eſt une traduction latine de l'ancien & du nouveau teſtament, avouée & reconnue pour authentique par l'égliſe catholique. La vulgate, dans la partie qui concerne l'ancien teſtament, eſt un mêlange de deux verſions latines de cet ouvrage divin, l'une faite par ſaint Jérôme, l'autre antérieure à ſaint Jérôme. La vulgate, dans ce qui concerne le nouveau teſtament, eſt une verſion qui exiſtoit déja dans l'égliſe, au tems de ſaint Auguſtin, & que ce ſavant & judicieux docteur trouvoit préférable à toutes les verſions latines de ſon tems. (*Mét.* 592.)

IV°. La vulgate & la verſion des Septante ſont conformes dans le dogme, dans la morale, dans les faits hiſtoriques ; mais elles ſont différentes dans la partie chronologique des premiers tems : la derniere donne au monde environ 1764 ans d'ancienneté, plus que la premiere. La chronologie de la vulgate eſt conforme au texte original du pentateuque : la chronologie de la verſion des Septante s'en écarte. Nous allons tracer d'abord ces différences en grand ; nous expoſerons enſuite les principales en détail, d'après la polyglote de Londres.

Epoques

SECONDE TABLE CHRONOLOGIQUE.

Epoques.	CHRONOLOGIE des Livres saints.	Selon l'Hébreu & la Vulgate.	Selon les Septante.	Selon les Samaritains.	
I.	Depuis la Création, jusqu'au Déluge.	1656.	2234	1307	Gen. 5.
II.	Depuis le Déluge, jusqu'à la Vocation d'Abraham.	426	1245	1040	Gen. 5. 12
III.	Depuis la Vocation d'Abraham, jusqu'à la sortie d'Egypte.	430	430	430	Exod. 12.
IV.	Depuis la sortie d'Egypte, jusqu'à la Dédicace du Temple.	480	440	IIIe. Regum 6.	
V.	Depuis la Dédicace du Temple, jusqu'à la liberté sous Cyrus.	468	468		
VI.	Depuis la liberté sous Cyrus, jusqu'à Jésus-Christ.	536	536	Bossuet : *Discours sur l'Histoire universelle.*	
	TOTAL.	3996	5353		

Depuis le Déluge jusqu'à Jesus-Christ, selon l'Hébreu & la Vulgate, 2340 ans; selon les Septante, 3119 ans : différence de ces deux chronologies, depuis la création jusqu'à Jésus-Christ, 1357 ans; depuis le Déluge jusqu'à Jésus-Christ, 779 ou 830 ans. (*Math.* pages 18 & 19.)

V°. Saint Jérôme, après avoir examiné tous les manuscrits originaux qu'il put trouver de l'ancien testament, vit que tous ces manuscrits avoient une même chronologie; mais que cette chronologie, sur-tout dans le Pentateuque, étoit souvent fort différente de celle des Septante. C'est ce qui détermina ce saint Docteur à rétablir la chronologie du texte hébreu, dans la traduction qu'il donna de l'ancien Testament. Cette partie de l'ouvrage de Saint Jérome a passé en entier dans la Vulgate.

Nous allons expoſer dans la table ſuivante, le détail de cette double chronologie des premiers âges : l'une & l'autre ont pour époques la naiſſance des Patriarches. Toutes ces époques réunies par une ſimple addition, embraſſent les années écoulées depuis la création, juſqu'à la naiſſance de Jacob & d'Eſaü. La différence de chronologie dans les ſiecles ſuivants, entre la vulgate & la verſion des Septante, eſt peu conſidérable, & mérite peu d'attention : un chifre mis par les copiſtes en place d'un autre (*Math.* 14), l'âge d'un ſeul perſonnage omis dans le calcul, ont pu aiſément en être la cauſe. Nous avons fait abſtraction de cette différence, s'il y en a quelqu'une, dans les deux dernieres époques de la table précédente.

Examen de cette double chronologie.

530. OBSERVATION. D'où peut venir une telle différence de chronologie dans la Geneſe, entre la vulgate, conforme au texte hébreu ; & la verſion des Septante différente en ce point du texte hébreu ? Problême très-difficile à réſoudre ! Comme on n'a ſur cet objet que des conjectures à donner, nous allons rapporter celles qui nous paroiſſent les plus ſatisfaiſantes.

Pluſieurs ſavants penſent que c'étoit anciennement l'uſage chez les Hébreux, de ſous-entendre quelquefois dans le calcul chronologique, le ſigne qui exprimoit le premier ſiecle ; & que les Septante jugerent à propos d'exprimer dans leur traduction, ce ſigne omis & ſous-entendu (*Math.* 14.) par-tout où la Tradition leur apprenoit qu'il manquoit. C'eſt ainſi, diſent-ils, que parmi nous on ſous-entend aſſez ſouvent le milléſime ; & qu'on dit ſans crainte d'erreur, Louis XV monta ſur le trône en ſept cent quinze. Dans cette hypothèſe, les Septante, en donnant un

ſiecle

CHRONOLOGIE des premiers Ages.	Au Livre de la Geneſe, chap. 5, 7, 11, 12, 21, 25.	Selon la Vulgate & l'Hébreu.	Selon les Septante.	Longueur de la vie.
CREATION.	. . . . .	0 ans.	0 ans.	0 ans.
N. devint	pere à	l'âge		Vécut
Adam de	Seth de	130	230	930
Seth	Enos	105	205	912
Enos	Caïnam	90	190	905
Caïnam	Malaleel	70	170	910
Malaleel	Jared	65	165	895
Jared	Henoch	162	162	962
Henoch	Mathuſalem	65	165	365
Mathuſalem	Lamech	187	167	949
Lamech	Noé	182	180	777
Noé	Sem	500	500	950
Sem	Arphaxad	100	100	600
Le Déluge, l'an 600 de Noé; l'an de la création 1656, ſelon la Vulgate; 2234, ſelon les Septante: il dure environ un an.				
Arphaxad	*Caïnan*	(*)	135	435
Caïnan	Salé	35	130	365
Salé	Heber	30	130	433
Heber	Phaleg	34	134	464
Phaleg	Reû	30	130	239
Reû	Sarug	32	132	239
Sarug	Nachor	30	130	230
Nachor	Tharé	29	179	148
Tharé	Abram	70	70	205
Abraham	Iſaac	100	100	175
Iſaac	Jacob, Eſaü	60	60	180
Jacob	Ruben, Joſeph, Levi, &c.			147
Joſeph	Ephraïm & Manaſſé.			110

(*) Caïnan a été omis dans le Texte Hébreu & dans la Vulgate. Il ſe trouve replacé & dans les Septante, & dans l'Evangile ſelon ſaint Luc. Il y a quelquefois de ſemblables omiſſions dans les Livres ſaints: l'Eſprit divin, qui n'enſeigne jamais rien de faux, n'enſeigne pas toujours toute vérité dans toutes ſes circonſtances. Si nous diſons ſans crainte d'erreur, que Henri IV étoit fils de ſaint Louis; pourquoi la Geneſe n'aura-t-elle pas pu appeller Salé, fils d'Arphaxad ſon grand-pere? D'ailleurs, cette omiſſion de Caïnan ne pourroit-elle pas être une ſimple faute des copiſtes qui nous ont tranſmis les anciens manuſcrits de l'Ecriture-ſainte, & qui n'exiſtoit pas, ou qui fut corrigée au tems des Septante? La durée de la vie de Caïnan, avant & après la naiſſance de Salé, eſt tirée de la verſion des Septante.

ſiecle de plus à la plupart des patriarches, n'ont fait qu'exprimer nettement dans leur traduction, ce qui étoit ſous-entendu d'une maniere connue dans l'original.

Mais il faut remarquer, contre cette opinion, que dans la vulgate & dans les Septante, la durée totale de la vie des patriarches eſt ordinairement la même : le ſiecle que les Septante ajoutent au tems où les patriarches devinrent peres de l'enfant dont la naiſſance fait époque, ils le retranchent au reſte de leur vie. Par exemple, ſelon la vulgate, Adam devint pere de Seth, à l'âge de 130 ans ; & il vécut 800 ans après la naiſſance de ce fils : ſelon les Septante au contaire, Adam devint pere de Seth, à l'âge de 230 ans ; & il vécut 700 ans après la naiſſance de ce même fils. Delà l'opinion de quelques autres ſavants, qui penſent avec plus de vraiſemblance, que dans les anciens manuſcrits du pentateuque, il y avoit eu, par la faute des copiſtes, un déplacement ou une tranſpoſition du ſigne ou du chifre qui exprimoit un ſiecle dans l'âge de certains patriarches ; & que les ſeptante ne firent que rétablir ce ſigne en ſon vrai lieu, par-tout où ils jugerent qu'il avoit été déplacé & tranſpoſé.

Quoi qu'il en ſoit de ces conjectures, qui peuvent ſouffrir de grandes difficultés, mais qui n'intéreſſent ni le dogme, ni la morale ; il eſt clair :

I°. Que la verſion des Septante, différente en ce point du texte original conſigné dans les anciens manuſcrits, fut avouée & reconnue pour fidelle par la ſynagogue & par toute la nation des Hébreux. Cette différence étoit donc, non

une altération, mais une ſimple explication des livres de Moyſe; explication conforme à la tradition nationale & à l'uſage reçu : ſans quoi, toute la nation Juive, qui faiſoit religieuſement la lecture de ces livres divins au moins tous les jours du ſabath, loin d'adopter & de révérer cette traduction, auroit crié unanimement à la corruption, à l'impoſture, au ſacrilége.

II°. Que la chronologie des Septante a été ſuivie par le ſixieme concile général tenu à Conſtantinople, lequel a compté 5508 ans, depuis la création du monde juſqu'à Jeſus-Chriſt; au lieu de 4000 ans, qu'il auroit compté, en ſuivant la chronologie du texte hébreu & de la vulgate. Le ſixieme concile ne jugeoit donc pas que la chronologie de la vulgate dût être adoptée unanimement par les chrétiens.

III°. Que l'égliſe Romaine s'eſt réglée, dans ſon martyrologe, ſur la ſupputation des ſeptante, préférablement à celle de la vulgate : comme on peut le voir dans l'annonce de la nativité du divin Meſſie. L'égliſe Romaine, en adoptant la vulgate, ne donne donc point l'excluſion à la chronologie des Septante.

IV°. Que le concile de Trente, en adoptant la vulgate comme plus authentique, comme plus conforme au texte original des livres ſaints, comme plus à l'uſage de l'égliſe latine, n'a point prétendu déroger à l'autorité de la verſion des Septante; laquelle peut ſervir à répandre des lumieres & ſur le texte hébreu de l'ancien teſtament, & ſur le texte latin de la vulgate dans la partie qui concerne l'ancien teſtament.

V°. Que ſi dans les ſiecles voiſins du déluge, l'état d'accroiſſement avoit la même proportion

qu'aujourd'hui avec la durée de la vie, les patriarches devoient à peine avoir atteint l'âge de puberté à 50 ou 60 ans : la chronologie des ſeptante paroît donc mieux s'accorder avec le fait certain de la longue vie des patriarches, avant & après le déluge.

VI°. Que la chronologie des Septante, qui recule le déluge d'environ 1000 ou 1200 ans, eſt comme néceſſaire pour concilier l'hiſtoire du déluge, avec les monuments hiſtoriques des nations Egyptienne, Chaldéenne, Chinoiſe; monuments qui remontent bien près du tems où la vulgate place le déluge, & qui annoncent des peuples déja exiſtants en corps de nation plus ou moins nombreuſe : ce qu'il ſeroit difficile d'effectuer ſur-tout à l'extrêmité de l'Aſie, à quinze ou ſeize cents lieues au-delà de la patrie primitive du genre humain, dans un eſpace de 150 ou 200 ans.

VII°. Que ſur ces raiſons, une foule de ſavants dans le chriſtianiſme, ont toujours préféré & préferent encore la chronologie des Septante, à la chronologie de la vulgate, ſans prétendre donner abſolument l'excluſion à la derniere, & une entiere certitude à la premiere.

VIII°. Que quelque chronologie que l'on ſuive, il eſt impoſſible d'avoir un nombre précis d'années depuis la création juſqu'à Jeſus-Chriſt : parce que les Livres ſaints ont des lacunes de tems hiſtoriques, qu'on ne peut remplir que par des à peu près, & d'après des hypotheſes aſſez incertaines. Le nombre d'années que nous avons attribué dans la premiere table, aux quatre premieres époques, eſt tiré avec préciſion des ſources ſacrées que nous avons citées.

Le nombre d'années que nous donnons aux deux dernieres époques, eſt pris des chronologiſtes qui nous ont paru les plus éclairés.

Le fameux Riccioli, après avoir examiné au flambeau d'une ſavante & profonde critique, ſoixante & dix opinions différentes ſur cette double chronologie, conclut que l'intervalle depuis la création juſqu'à la naiſſance de Jeſus-Chriſt, eſt, *ſelon la vulgate*, au plus de 4330, au moins de 3705, plus vraiſemblablement de 4184 ans; *ſelon les ſeptante*, au plus de 5904, au moins de 5054, plus vraiſemblablement 5634 ans.

Les trois regnes de la terre.

531. REMARQUE. Après examiné & la nature & l'antiquité de la terre, nous allons nous occuper du ſpectacle de ſes trois regnes. On entend par *regne animal*, toutes les ſubſtances organiſées qui ont un principe de vie & de ſentiment; par *regne végétal*, toutes les ſubſtances qui ont une organiſation, un accroiſſement, un dépériſſement, une eſpece de vie, mais ſans aucun principe de ſentiment; par *regne minéral*, toutes les ſubſtances qui ſe forment dans l'intérieur de la terre, ſans aucune organiſation; telles que les métaux, les pierres, certains ſels.

SECONDE SECTION.

THÉORIE DU REGNE ANIMAL.

532. DESCRIPTION. L'*ANIMAL* eſt une ſubſtance organiſée, qui a un principe intrinſeque de vie, de ſentiment, de mouvement; qui par l'attrait du plaiſir & par le ſentiment du beſoin, eſt ſollicité à ſe procurer ce qui convient à ſa conſervation & à ſa propagation.

I°. L'animal reſſemble au végétal par l'organiſation, par l'accroiſſement, par le dépériſſement. Un artifice admirable de fibres plus ou moins ſolides, plus ou moins élaſtiques, plus ou moins durables, plus ou moins compoſées, fournit & prépare à l'un & à l'autre, par le moyen d'une infinité de canaux & de moules intrinſeques, les ſubſtances nourricieres qui doivent opérer leur développement & leur entretien, pendant le période plus ou moins long de leur durée.

II°. L'animal differe eſſentiellement du végétal, par le ſentiment qui ſe trouve toujours dans le premier, & jamais dans le dernier. Ce ſentiment plus ou moins vif, plus ou moins parfait, dans les différentes eſpeces & dans les différents individus, ſe manifeſte dans l'animal par des mouvements ſpontanés, étrangers aux loix de la méchanique, & qui décelent dans la ſubſtance vivante & animée que l'on obſerve, un principe diſtingué de la matiere & de ſes modifications (*Mét.* 474), un principe capable de

douleur & de plaiſir : ce que l'on ne découvre jamais dans le végétal.

III°. L'animal & le végétal different du minéral par leur organiſation, par leur formation. L'animal & le végétal prennent leur accroiſſement par *intus-ſuſception ;* c'eſt-à-dire, par le moyen de certaines ſubſtances, qui ſe filtrant & ſe modifiant dans l'intérieur de leurs moules & de leurs organes, entretiennent, étendent, développent, perfectionnent toutes les parties intérieures du tout, & ſe transforment en des ſubſtances analogues à celles du tout. Le minéral au contraire ne prend ſon accroiſſement que par *juxta-poſition ;* c'eſt-à-dire, par l'acceſſion de certaines ſubſtances, qui voiturées par les fluides & ſollicitées par leur affinité, ſe diſpoſent & s'arrangent par couches les unes ſur les autres, ſans s'inſinuer & ſans ſe transformer dans l'intérieur du tout qu'elles forment. Par exemple, un rameau de ſaule, planté en terre, devient un arbre, en ſuçant par une infinité de canaux les ſucs de la terre, qui élaborés dans l'intérieur de ſa ſubſtance, de ſes types, de ſes moules, ſe transforment les uns en ſon écorce, les autres en ſon tronc, ceux-là en ſes racines, ceux-ci en ſes feuilles. Une mine de fer ou d'argent ne ſe forme point par un ſemblable méchaniſme : les ſubſtances qui vont la former ou l'augmenter, s'uniſſent, s'appliquent, adherent aux couches préexiſtantes du minéral, ſans s'infiltrer & ſans ſe dénaturer dans l'intérieur du tout qu'elles forment ou qu'elles augmentent.

Quelques naturaliſtes ont avancé, ſans le prouver, que le *vivant* & l'*animé*, au lieu d'être un degré métaphyſique des êtres (*Mét.* 52),

ſont une propriété phyſique de la matiere : d'où il s'enſuivroit qu'un morceau de fer & un tas de ſable ſont des êtres vivants & animés ; conſéquence évidemment fauſſe & révoltante. S'il eſt facile d'avancer des paradoxes, il n'eſt pas également aiſé de les établir ; & le parti que prennent alors leurs auteurs, c'eſt de les laiſſer prendre comme ils pourront.

533. REMARQUE. L'animal eſt un genre qui ſe diviſe en une foule d'eſpeces différentes. (*Mét.* 48.)

I°. On nomme *animaux de même eſpece*, ceux chez qui l'union du mâle & de la femelle produit un animal ſemblable, capable de ſe reproduire de la même maniere.

II°. On nomme *animaux de différente eſpece*, ceux chez qui l'union du mâle & de la femelle, ou eſt impoſſible, ou ne produit jamais rien, ou produit un animal mi-parti, qu'on nomme *mulet*, qui tient du pere & de la mere, & qui, uni à ſon ſemblable ne ſe reproduit jamais.

Telle eſt l'idée que nous donnent de l'identité & de la diverſité d'eſpeces, les plus éclairés naturaliſtes, tels entre autres que le célebre de Buffon. Tous les chiens ſont de même eſpece, quoique diviſés en différentes races : l'âne & le cheval ſont deux eſpeces différentes.

534. DIVISION. La principale diviſion du regne animal, la diviſion avouée & adoptée par tous les peuples & par tous les ſiecles, eſt celle qui le partage en deux eſpeces eſſentiellement différentes, l'*une raiſonnable*, l'*autre irraiſonnable*. La premiere a en partage & le ſentiment qui l'affecte, & la raiſon qui l'éclaire ; la ſeconde n'a en partage qu'un aveugle ſentiment du plaiſir

ou du beſoin, du bien ou du mal phyſique: celle-là eſt perfectible dans ſes mouvements, dans ſes ſentiments, dans ſes penſées, dans toutes ſes connoiſſances ſpéculatives & pratiques; celle-ci n'eſt perfectible que dans ſes mouvements, auxquels préſide un aveugle inſtinct, & jamais une étincelle de raiſon. (*Mét.* 569.)

L'eſpece raiſonnable, l'eſpece irraiſonnable, la reproduction de l'une & de l'autre, tel ſera l'objet des trois paragraphes ſuivants.

PARAGRAPHE PREMIER.

L'ESPECE RAISONNABLE.

PROPOSITION.

535. *L'ESPECE raiſonnable n'eſt ſuſceptible d'aucune ſubdiviſion fondamentale: il n'y a ſur la terre qu'une ſeule eſpece d'hommes.*

EXPLICATION. Tous les habitans du globe terreſtre, du midi au nord, du couchant à l'orient, ont par-tout les mêmes conſtitutifs eſſentiels, les mêmes caracteres diſtinctifs; ſavoir, le même échaffaudage d'oſſements, de fibres, de nerfs, de chairs; le même ordre, le même arrangement, la même deſtination, dans toutes les parties fondamentales de cet admirable édifice; la même fonction & la même conſtruction dans les organes deſtinés à faire appercevoir les objets ſenſibles; la même maniere & la même progreſſion dans la formation, dans la nutrition, dans l'accroiſſement, dans le dépériſſement de l'individu; les mêmes moyens de conſerver, de reproduire, de multiplier leur eſpece; le même

nombre de facultés intellectuelles, deſtinées à les éclairer ſur le préſent, ſur le paſſé, ſur l'avenir, ſur les objets ſenſibles & inſenſibles, ſur le bien phyſique & ſur le bien moral. L'organiſation eſt plus parfaite chez les uns que chez les autres, ſelon la diverſité des tempéraments, des climats, des aliments, de l'éducation: mais le fond de l'organiſation eſt par-tout le même. La perfectibilité intellectuelle n'eſt pas égale dans tous les individus: mais cette perfectibilité intellectuelle, ſoit en genre de connoiſſances, ſoit en genre de ſentiments, ſe manifeſte par-tout juſqu'à un certain degré dans l'Homme, à l'excluſion de toute autre eſpece vivante & animée.

Une même conſtitution, une même organiſation, une même intellectivité, une même deſtination du tout & de toutes les parties ſemblables, annoncent évidemment dans toutes les races humaines, une même nature, une même eſpece: donc il n'y a qu'une ſeule & même eſpece d'hommes. C. Q. F. D.

536. OBJECTION. Certains *hommes aquatiques*, qui vivent dans quelques mers & dans quelques fleuves, comme les poiſſons; certains *hommes ſouterreins*, qui vivent dans le ſein de la terre, comme les inſectes; certains *hommes ſauvages* & totalement brutes, qui vivent dans quelques forêts, comme les ours; ſeront-ils réputés de la même eſpece que les hommes qui vivent en ſociété ſur la ſurface de la terre?

RÉPONSE. Il eſt vrai que quelques hiſtoires plus qu'apochryphes parlent d'hommes aquatiques, vivants dans le Nil & dans certaines mers; d'hommes ſouterreins, vivants dans les antres de la terre, à la maniere des taupes & des lapins;

d'hommes ſauvages, ou d'une eſpece de brutes aſſez ſemblable à l'homme, vivants d'herbe, de racines, d'écorces, dans les forêts de Bornéo. Mais toutes ces hiſtoires ſont regardées comme fabuleuſes, par tous les naturaliſtes éclairés & judicieux; & en leur ſuppoſant gratuitement un degré d'autorité qu'elles n'ont pas, elles ne prouveroient autre choſe, ſinon qu'il y a certaines eſpeces de brutes qui ont quelque reſſemblance avec la figure humaine. L'homme marin que l'on vit, dit-on, dans la mer près de la Martinique en 1671, reſſembloit à un jeune homme, depuis la ceinture en haut: le reſte du corps, que l'on apperçut entre deux eaux d'aſſez loin, étoit d'un poiſſon, & ſe terminoit en une queue large & fourchue. L'homme ſauvage de Bornéo, aſſez reſſemblant, dit-on, pour la figure à certains ſauvages d'Afrique, eſt reconnu par les naturels de l'iſle, pour une vraie brute. Les gens de qualité le courent, comme en Europe on court le cerf; & cette chaſſe fait le divertiſſement le plus ordinaire du Roi.

Le P. Le Comte rapporte qu'il a vu en Aſie une eſpece de ſinge, qui a plus de reſſemblance avec l'homme, que tous les hommes *aquatiques*, *ſouterreins*, *ſauvages*, dont on vient de parler. « Ce ſinge, dit-il, marche naturellement ſur ſes » deux pieds de derriere, qu'il plie tant ſoit peu, » comme un chien à qui on a appris à danſer. » Il ſe ſert, comme nous, de ſes deux bras: ſon » viſage eſt preſque auſſi formé que celui des » ſauvages du Cap de Bonne-Eſpérance; mais le » corps eſt tout couvert d'une laine blanche, » noire, ou griſe. Du reſte, il a le cri parfaite- » ment ſemblable à celui d'un enfant; toute l'ac-

» tion extérieure ſi humaine, & les paſſions ſi » vives & ſi marquées, que les muets ne peu- » vent guere mieux exprimer leurs ſentiments » & leurs volontés. Ils paroiſſent ſur-tout d'un » naturel fort tendre ; & pour témoigner leur » affection aux perſonnes qu'ils connoiſſent & » qu'ils aiment, ils les embraſſent & les baiſent » avec des tranſports qui ſurprennent. Ils ont » encore un mouvement qui ne ſe trouve en au- » cune bête, & qui eſt fort propre des enfants : » c'eſt de trépigner de joie ou de dépit, quand » on leur donne ou qu'on leur refuſe ce qu'ils » ſouhaitent avec beaucoup de paſſion. Quoi- » qu'ils ſoient fort grands (car ceux que j'ai » vus, avoient au moins quatre pieds de haut), » leur légéreté & leur adreſſe eſt incroyable. » C'eſt un plaiſir qui va juſqu'à l'admiration, » que de les voir courir dans les cordages d'un » vaiſſeau, où ils jouent quelquefois, comme » s'ils s'étoient fait un art particulier de voltiger ; » ou qu'ils euſſent été payés, comme nos dan- » ſeurs de corde, pour divertir la compagnie ».

Il réſulte delà que de toutes les eſpeces d'animaux, le ſinge eſt l'eſpece qui a le plus de reſſemblance avec l'homme. Il eſt évident que, malgré cette reſſemblance, le ſinge doit être placé dans la claſſe des eſpeces irraiſonnables. Donc, s'il étoit vrai qu'il y ait dans la nature quelques eſpeces de poiſſons ou de quadrupedes qui euſſent quelque reſſemblance plus ou moins éloignée avec la figure humaine, il ne s'enſuivroit pas que ces animaux fuſſent différentes eſpeces d'hommes.

Diverſité des races humaines.

537. OBSERVATION. L'eſpece humaine, unique pour le fond des conſtitutifs eſſentiels, préſente des différences frappantes de couleur, de traits, de taille, de mœurs, qui ont paru en faire des races primitivement différentes. Mais l'hiſtoire nous apprend que tous les hommes viennent d'un même pere & d'une même mere; & la raiſon nous démontre qu'il n'y a rien d'impoſſible dans ce fait hiſtorique. (*Mét.* 646.)

I°. Depuis le tropique du cancer, juſqu'au tropique du capricorne (494), dans une étendue de latitude d'environ 47 degrés, l'Afrique n'a que des habitans noirs. Des nez larges & plats, des levres groſſes & rebondies, une laine crépue au lieu de cheveux, paroiſſent les diſtinguer des autres hommes, autant que leur couleur: ce ſont les *Negres*. A meſure qu'on s'éloigne de l'équateur vers les poles, le noir s'éclaircit. Les traits deviennent plus doux & plus réguliers en tirant vers la Barbarie, dont les habitans ne ſont plus que fortement baſanés: mais la difformité reſte en tirant vers le Cap de Bonne-Eſpérance, où l'on trouve les plus hideux peuples du monde, les Caffres & les Hottentots. La zone torride dans le reſte de notre continent, c'eſt-à-dire en Aſie, n'eſt communément habitée que par des peuples noirs ou très-baſanés, mais aſſez différents des Negres d'Afrique pour les traits: ce ſont les *Maures*.

II°. La couleur des peuples eſt encore fort baſanée au voiſinage de la zone torride; mais elle s'éclaircit par nuances, à meſure qu'on

avance vers le nord dans la zone tempérée, ſur-tout en Europe. C'eſt aux extrêmités de cette zone, en Europe, qu'on trouve les *peuples les plus blancs;* & la blancheur ne ceſſe point dans la zone glaciale.

III°. En Aſie les zones tempérées & glaciales ſont peuplées par des nations beaucoup plus baſanées qu'en Europe. Depuis le Mogol juſqu'à la Sibérie, depuis Moskou juſqu'aux extrêmités du Kamskaka, la plus grande partie des hommes paroît être de *race Tartare;* race qu'un teint olivâtre & baſané, des traits rudes & groſſiers, des yeux plus petits & moins ouverts, un nez camus & écraſé, un tour de viſage large & plat, une taille moyenne & ramaſſée, ſemblent ſpécialement caractériſer. Le mêlange des races Européenne, Negre, Tartare, a multiplié comme à l'infini en Aſie, les nuances différentielles dans l'eſpece humaine. Les Lapons, les Groënlandois, les peuples du nord d'Amérique, paroiſſent être de race Tartare.

IV°. L'Amérique ne préſente qu'une ſeule race d'hommes, qui ſont tous plus ou moins baſanés, & qui vraiſemblablement ſont tous originairement de race Tartare. « Il nous paroît, dit » M. de Buffon, que la raiſon de cette uniformité dans les hommes d'Amérique, vient de » ce qu'ils vivent tous de la même façon. Tous » les Américains étoient ou ſont encore ſauvages, ou preſque ſauvages: les Mexicains & » les Péruviens étoient ſi nouvellement policés, » qu'ils ne peuvent pas faire une exception. » Quelle que ſoit l'origine de ces nations ſauvages (*Mét.* 648), elle paroît leur être commune à » toutes. Tous les Américains ſortent d'une même » ſouche;

» ſouche ; & ils ont conſervé juſqu'à préſent les » caracteres de leur race, ſans grande variation : » parce qu'ils ſont tous demeurés ſauvages, & » qu'ils ont vécu à peu près de la même façon ; » que leur climat n'eſt pas, à beaucoup près, » auſſi inégal pour le froid & pour le chaud, » que celui de l'ancien continent ; & qu'étant nou- » vellement établis dans leur pays, les cauſes qui » produiſent des variétés, n'ont pas agi aſſez » long-tems pour opérer des effets bien ſen- » ſibles ».

V°. Pour ce qui concerne la propagation & le mêlange des différentes races, on ſait qu'un negre & une négreſſe produiſent un *negre*, en Europe comme en Afrique ; ſans qu'un ſéjour d'un ou de pluſieurs ſiecles dans les zones tempérées, change ſenſiblement la couleur primitive : qu'un blanc avec une négreſſe, ou un negre avec une blanche, produiſent un *mulâtre*, moitié blanc & moitié noir : qu'un blanc avec une mulâtre, ou un negre avec une mulâtre, produiſent un *quarteron*, trois quarts blanc & un quart noir, ou trois quarts noir & un quart blanc : qu'un blanc avec une quarterone, ou un negre avec une quarterone, produiſent un *ochavon*, ſept huitiemes blanc & un huitieme noir, ou ſept huitiemes noir & un huitieme blanc : qu'un blanc avec une ochavone, ou un negre avec une ochavone, produiſent l'un tout blanc, l'autre tout noir. On ſent bien que les mêlanges d'un mulâtre avec une quarterone ou avec une ochavone, produiront d'autres couleurs, qui approcheront du blanc ou du noir, en proportion de la progreſſion que nous venons d'établir.

VI°. Quant aux difformités extraordinaires

qu'on remarque dans certains peuples, telles que les tabliers naturels des femmes Hottentotes, les énormes mammelles des femmes de Guinée, le prolongement du coccix ou les queues vraies ou ſuppoſées de quelques ſauvages des iſles Manilles; tous ces phénomenes, qui ne ſont que des excroiſſances inſolites dans la nature, ne doivent pas paroître plus ſurprenants, que les goîtres fort communs & héréditaires dans certaines contrées des Alpes, & dont les naturaliſtes attribuent la cauſe à la qualité des eaux locales.

VII°. Mais quelle peut être la cauſe primitive de cette diverſité de races dans l'eſpece humaine? On peut avancer avec toute la certitude philoſophique dont une telle matiere eſt ſuſceptible, que c'eſt uniquement du climat, de la nourriture, de l'éducation, des maladies propres ou nationales, que dépendent les différences des peuples; ſavoir, la différence de complexion générale & dominante; la différence de couleur, de taille, de traits; la différence de précocité dans l'accroiſſement & dans le dépériſſement; la différence d'humeurs, de penchants, de goûts, de ſentiments, de jugements. Les plus grands phyſiciens, les plus célebres médecins, les plus habiles naturaliſtes, tant anciens que modernes, ont toujours obſervé & reconnu l'influence indubitable du climat ſur la conſtitution qu'il rend plus ou moins robuſte & énergique, ſur l'organiſation à laquelle il donne plus ou moins de rudeſſe ou de délicateſſe, ſur le phyſique des paſſions & des mœurs qu'on voit preſque toujours analogues à la nature de l'air & du ſol où elles prennent naiſſance.

Quand, à la diverſité des climats, ſe joindra la diverſité des aliments, la diverſité du genre de vie, la diverſité des maladies inſolites & violentes qui de ſiecle en ſiecle ſemblent naître ſur la terre pour détruire des nations entieres, & qui n'en diſparoiſſent qu'après avoir dénaturé les malheureuſes victimes qui échappent à leurs ravages, & qu'après leur avoir inamiſſiblement imprimé des vices tranſmiſſibles de pere en fils; ſera-t-on ſurpris des différences qu'on découvre entre un peuple & un autre peuple, iſſus d'une même race & primitivement enfants d'un pere commun? Ne voyons-nous pas tous les jours parmi nous, des races de goutteux, de phtyſiques, de boiteux, d'épileptiques, d'écrouellés? & malheureuſement il ne faut pas pour leur établiſſement, une longue ſuite de générations. Si ces races étoient ſéparées & logées chacune dans une iſle iſolée, ne paroîtroient-elles pas à quelques voyageurs, ſouvent peu philoſophes, communément plus amateurs du merveilleux que de la vérité, plus attentifs à ſurprendre qu'à éclairer, tout autant d'eſpeces ou de races primitivement différentes?

La plus frappante de toutes les différences qu'on obſerve dans l'eſpece humaine, c'eſt la couleur noire & blanche. Or, nous avons fait voir dans notre métaphyſique, que cette différence n'annonce point une origine primitivement différente pour les negres & pour les blancs; & qu'ils peuvent venir les uns & les autres, comme l'hiſtoire ſainte nous l'apprend, d'un même pere & d'une même mere. (*Mét.* 646.)

La raiſon, le goût moral.

538. DÉFINITION I. La *raiſon*, ce précieux écoulement de l'intelligence incréée, ce ſublime diſtinctif de l'eſpece raiſonnable, eſt dans l'ame cette double faculté par laquelle elle conçoit & juge : c'eſt donc l'intelligence réunie au jugement.

La raiſon eſt une lumiere naturelle, qui nous fait diſcerner ce qui eſt vrai, de ce qui eſt faux; ce qui découle d'un principe, de ce qui n'en découle pas; ce qui eſt propre à conduire à une fin, de ce qui n'a pas de rapport avec la même fin; ce qui eſt licite, de ce qui eſt illicite; ce qui eſt honnête, de ce qui eſt déshonnête; ce qui eſt juſte, de ce qui eſt injuſte; ce qui eſt vertu, de ce qui eſt crime; ce qui eſt plus ou moins parfait, de ce qui eſt plus ou moins défectueux; ce qui convient, ou dans l'ordre phyſique, ou dans l'ordre moral, ou dans l'ordre politique, de ce qui ne convient pas. C'eſt la *premiere lumiere* & la *premiere regle* de l'homme : mais ce n'eſt pas l'unique. Elle ſuffit peut-être pour l'éclairer & pour le conduire dans l'ordre naturel : mais elle ne ſuffit pas pour le mener à ſa deſtination totale, qui embraſſe à la fois & l'ordre naturel & un ordre ſurnaturel.

539. DÉFINITION II. Le *goût moral*, ou le goût intellectuel (qu'il ne faut point confondre avec le goût phyſique, ou avec le ſentiment qui naît de l'ébranlement méchanique des organes), eſt dans l'ame & une *lumiere ſûre* & un *jugement exquis*, par où elle apprécie heureuſement les choſes, en tout genre de convenance, d'agrément, de perfection. C'eſt comme le premier mouvement, ou comme l'inſtinct de la

droite raiſon : c'eſt comme un tact infiniment fin de l'ame, dans l'ordre intelligible, dans la claſſe du beau en tout genre. Le goût moral eſt un ſublime apanage de l'eſpece humaine : mais ce n'eſt pas l'apanage de toute cette eſpece. (*Mét.* 536, 537.)

LE CORPS HUMAIN.

540. OBSERVATION. L'homme eſt le roi de la nature : il en eſt auſſi le chef-d'œuvre. Nous avons contemplé dans le cinquieme traité de notre métaphyſique, le principe ſpirituel qui l'anime & le gouverne ; les facultés intellectuelles qui le caractériſent ; les fonctions de connoiſſance, de ſentiment, de mouvement qui en dépendent. Bornons-nous ici à jetter un coup-d'œil rapide, mais attentif, ſur le méchaniſme du corps humain ; méchaniſme ineffable, où la délicateſſe eſt réunie à la force, la légéreté à la ſolidité, la multiplicité des parties à la ſimplicité du tout ; où chaque partie fait la fonction de moteur & de mobile ; où chaque reſſort prêtant ſon action au reſſort qui le meut, conſpire avec lui à mouvoir d'autres reſſorts qui deviennent à leur tour reſſorts moteurs par rapport à lui !

I°. Les *os*, ces ſupports ſolides de toute la charpente du corps humain, ſont comme autant de leviers ou de roues dans leur eſſieu, qui en ſoutenant tout le faix de la machine, ſe meuvent avec la plus grande facilité dans toutes les directions néceſſaires à ſes beſoins.

II°. Les *muſcles*, diſtribués dans les différentes parties du corps, & adhérents aux os, ſont comme les cordes qui doivent mettre en

jeu ces leviers & ces roues. Ce ſont des fibres, arrangées par faiſceaux ou par paquets, capables de s'étendre & de ſe contracter ; de rapprocher des parties éloignées, en ſe raccourciſſant ; & d'éloigner les parties rapprochées, en s'alongeant. Les muſcles ont une force incroyable. Suivant le calcul du fameux Borelly, dans ſon ouvrage ſur les mouvements des animaux, quand un homme du poids de 150 livres, s'éleve en ſautant à la hauteur de deux pieds, ſes muſcles agiſſent avec une force équivalente à un poids de 300000 livres ; & le cœur, qui eſt tout muſcle, pouſſe le ſang à chaque battement, avec une force égale à la preſſion d'un poids de 100000 livres. Nous ne prétendons pas garantir toute la certitude & toute la préciſion de ces calculs : mais il en réſulte toujours inconteſtablement que la force des muſcles eſt comme immenſe, relativement à leur maſſe.

III°. Les *nerfs* ſont des cordons blanchâtres & cylindriques, au milieu deſquels ſe trouve un conduit deſtiné à recevoir les eſprits vitaux (*Mét.* 546). On en compte quarante paires, dont dix partent de la moëlle alongée du cerveau, & trente de la moëlle de l'épine. Parmi ces nerfs, les uns ſont ſoumis à l'empire de la volonté ; ce ſont ceux qui operent nos mouvements libres : les autres ſont indépendants de la volonté ; ce ſont ceux qui produiſent nos mouvements néceſſaires, tels que le mouvement du cœur, du poumon, de l'eſtomac.

IV°. Le *cerveau* eſt dans la tête une maſſe glanduleuſe, inégalement arrondie, d'une conſiſtance aſſez molle, diviſée comme en deux quarts de ſphere poſés ſur un même plan, par-

ſemée de toutes parts d'un nombre prodigieux de ramifications artérielles & veineuſes, leſquelles ſerpentent en tout ſens par pluſieurs contours ou circonvolutions admirables. Le cerveau, ce ſiege & ce trône de l'ame (*Mét.* 480), eſt le grand laboratoire des eſprits vitaux, qui s'y forment ou s'y perfectionnent; qui par une infinité de canaux, vont imprimer le mouvement au corps, & rapportent le ſentiment à l'ame.

V°. La *poitrine* eſt cette portion du corps humain, qui s'étend depuis la partie inférieure du cou, juſqu'au diaphragme placé au-deſſus de l'eſtomac. La poitrine renferme le cœur, les poumons, l'origine des arteres, le terme des veines, l'œſophage, & la trachée-artere. Elle eſt défendue au dehors par les côtes & par les vertebres du dos; & tapiſſée au-dedans par une membrane qu'on nomme *plevre*, & qui la diviſe en deux cavités, dont chacune contient un poumon.

VI°. Le *cœur*, (le plus noble & le plus précieux de tous les viſceres, celui par lequel le jeu & le mouvement de toutes les parties du corps commencent, & avec lequel l'un & l'autre finiſſent) eſt un double muſcle creux, conſtruit en forme de cône renverſé & un peu applati, capable de dilatation & de reſſerrement, placé dans la cavité de la poitrine, à peu près ſous le mamelon gauche, diviſé par le milieu de haut en bas en deux cavités ou *ventricules*, dont l'un eſt vers la droite & l'autre vers la gauche, ſuſpendu & ſoutenu par quatre gros vaiſſeaux qui reçoivent & diſtribuent le ſang. (*fig.* 56.)

Les vaiſſeaux par leſquels le cœur élance &

porte le ſang dans les différentes parties du corps, ſe nomment *arteres :* les vaiſſeaux par leſquels le cœur reçoit le ſang qui revient des différentes parties du corps, s'appellent *veines.* Chaque ventricule du cœur a deux vaiſſeaux, l'un artériel & l'autre veineux. Le *ventricule droit* a pour vaiſſeau veineux, la *veine cave* EF, par laquelle il reçoit le ſang qui revient de toutes les parties du corps ; & pour vaiſſeau artériel, l'*artere pulmonaire* G, par laquelle il porte le ſang des veines, dans la région du poumon. Le *ventricule gauche* a pour vaiſſeau veineux, la *veine pulmonaire* H, qui des poumons apporte le ſang dans ce ventricule ; & pour vaiſſeau artériel, l'*artere aorte* I, qui diviſée en *aorte aſcendante* & en *aorte deſcendante*, de ce ventricule porte & diſtribue le ſang dans toutes les parties du corps.

Le cœur a deux principaux mouvements, l'un de *diaſtole* ou de dilatation, & l'autre de *ſyſtole* ou de reſſerrement : quelle qu'en ſoit la cauſe. Par ſon *reſſerrement*, le cœur élance le ſang, du ventricule droit dans les poumons ; & du ventricule gauche, dans tout le corps : par ſa *dilatation*, le cœur reçoit le ſang des veines, dans ſon ventricule droit ; & le ſang des poumons, dans ſon ventricule gauche. C'eſt par cet admirable méchaniſme que s'opere la circulation du ſang, ou ſon paſſage ſucceſſif & continuel, du cœur dans toutes les parties du corps, & de toutes les parties du corps dans le cœur ; circulation à peine ſoupçonnée avant le dernier ſiecle, & enfin expoſée & démontrée, vers le milieu du dernier ſiecle, par le célebre Harvey en Angleterre. Les veines & les arteres du cœur ſont garnies de pellicules flottantes, en forme de ſoupapes, deſtinées à

faciliter cette circulation. Quand le cœur ſe contracte ou ſe reſſerre, les ſoupapes *mm*, placées au-deſſus des deux arteres, s'ouvrent, laiſſent échapper le ſang; & ſe referment au moment où la dilatation commence, pour empêcher le ſang de rentrer dans les deux ventricules par la même voie. Quand le cœur ſe dilate, les ſoupapes *nn*, placées à l'extrêmité intérieure des deux veines, s'ouvrent, laiſſent entrer le ſang dans les deux ventricules; & ſe referment au moment de la contraction, pour empêcher le ſang de ſortir des deux ventricules par la même voie qui l'a amené. Ce double mouvement du cœur eſt plus fréquent dans l'enfance, que dans les âges ſuivants. Le cœur ſe reſſerre & ſe dilate juſqu'à environ ſoixante-dix fois par minute, dans l'homme en ſanté. Ces pulſations du cœur, exprimées par les battements du pouls qui naiſſent du reſſerrement, ſont beaucoup plus fréquentes dans l'enfance, & un peu moins fréquentes dans la vieilleſſe: elles varient encore ſelon l'état de ſanté & de maladie.

VII°. Le *poumon* eſt un double viſcere, d'un volume aſſez conſidérable & d'une grande légéreté, capable de ſe contracter & de ſe gonfler ſelon le beſoin, ſitué dans deux cavités de la poitrine, & deſtiné à renouveller ſans ceſſe la maſſe d'air qui doit mettre en jeu par ſon reſſort, le ſang & les humeurs. L'air entre dans les poumons, & en ſort par la trachée-artere.

A la naiſſance de la langue commencent deux canaux, couchés l'un ſur l'autre. Le canal ſupérieur eſt l'*œſophage*, qui reçoit les aliments ſolides & liquides, pour les porter dans l'eſtomac. Le canal inférieur eſt la *trachée-artere*, conduit

cartilagineux, dont l'origine eſt dans l'arriere-bouche, & qui reçoit indifféremment l'air extérieur ou par la bouche ou par le nez. L'entrée ou l'ouverture de ce canal ſe nomme *glotte :* cette ouverture eſt couverte d'une languette cartilagineuſe, qu'on nomme *épiglotte*, qui fait la fonction de pont-levis, ſe levant pour laiſſer paſſer l'air, & ſe fermant pour refuſer paſſage aux aliments ſolides ou liquides. (*fig.* 55.)

La trachée-artere, depuis la glotte *k*, juſqu'aux poumons, eſt hériſſée d'une foule de pellicules, poſées à peu près parallélement les unes ſur les autres, & maintenues enſemble par le moyen d'autant de petits ligaments circulaires interpoſés dans l'intervalle qui ſe rencontre entre les différents ſegments. La moindre petite portion de nourriture, une ſeule petite goutte d'eau, inſinuées dans ce canal purement aérien, ſuffiſent pour donner une toux convulſive. Dès ſon entrée dans la poitrine, la trachée-artere ſe diviſe d'abord en deux troncs principaux *Gg*, *Hh*, dont l'un ſe porte à droite & l'autre à gauche ; & qui ſe diviſant & ſe ſubdiviſant enſuite chacun en une foule de ramifications, forment la plus grande partie de la maſſe pulmonaire. L'air que l'*inſpiration* & l'*expiration* alternatives renouvellent ſans ceſſe dans ces canaux aériens, imprime ſucceſſivement ſon reſſort & ſon action au ſang, qui paſſe ſans ceſſe du ventricule droit du cœur dans les poumons, pour être refoulé dans le ventricule gauche, d'où il doit ſe porter dans les arteres & dans tout le corps.

VIII°. L'*eſtomac* eſt un viſcere cave, deſtiné à recevoir les aliments, ſitué à la partie ſupérieure du bas-ventre, entre le foie & la rate :

le diaphragme, muſcle très-large & formé en voûte irréguliere, ſépare l'eſtomac de la poitrine.

L'eſtomac, aſſez reſſemblant pour la figure à une cornemuſe, a deux orifices; l'un ſupérieur, qui reçoit l'extrêmité de l'œſophage ou du canal des aliments; l'autre inférieur, qu'on nomme *pilore*, & qui le joint au canal inteſtinal. Ce viſcere eſt compoſé de quatre tuniques, qui ſont l'externe, la muſculeuſe, la vaſculaire, l'interne. La *muſculeuſe* eſt formée de deux plans de fibres charnues, qui ont un très-grand reſſort. L'*interne* eſt une eſpece de velouté, toujours abreuvé d'un mucilage épais, qu'on nomme *ſuc gaſtrique*: celle-ci a beaucoup de ſenſibilité; & elle eſt le ſiége de la *faim* & de la *ſoif*, qui paroiſſent être excitées par le frottement & le deſſéchement de ſa partie intérieure.

IX°. Les *inteſtins* ou les *boyaux*, au nombre de ſix, conſtituent un canal qui forme dans le bas-ventre, une foule de coudes & de contours dans leſquels les aliments montent & deſcendent alternativement; & dont la longueur totale, depuis l'ouverture intérieure du pilore, où il prend naiſſance, juſqu'à l'ouverture extérieure qui le termine, égale ſix ou ſept fois la hauteur du ſujet. Les inteſtins ſont entourés d'une membrane graiſſeuſe, qu'on nomme *méſentere*, qui ſert d'attache à leurs coudes & à leurs contours, & qui les arrête & les fixe dans leur place & dans leur ſituation convenable.

X°. Les *vaiſſeaux* ſont des canaux ou des conduits, qui contiennent un liquide ou un fluide. Les principaux, ſont les *vaiſſeaux ſanguins*, dans leſquels circule le ſang; les *vaiſſeaux lymphatiques*, qui voiturent la lymphe

& la ſéroſité dans le réſervoir du chyle ; les *vaiſſeaux lactés*, qui pompent le chyle, & le portent dans la veine ſouſclaviere ; les *vaiſſeaux aériens*, qui entretiennent la communication avec l'air extérieur ; les *vaiſſeaux du ſuc nerveux*, ou les cavités cylindriques des nerfs, par où circulent les eſprits animaux. Tous ou preſque tous ces différents vaiſſeaux ont des valvules, qui s'ouvrant & ſe fermant à propos, font dans ces vaiſſeaux, ce que font les ſoupapes dans les machines hydrauliques : ce ſont des membranes deſtinées ou à procurer ou à empêcher la communication entre deux vaiſſeaux.

Digeſtion, nutrition.

541. OBSERVATION. Les pertes conſidérables de ſubſtances, qu'eſſuie continuellement le corps humain, à l'occaſion des différentes ſécrétions, & en particulier par l'inſenſible tranſpiration, l'auroient bientôt épuiſé & détruit, ſi la nutrition ne remplaçoit ſans ceſſe les parties qui ſe diſſipent. Quel phénomene plus digne d'attention, que celui qui transforme ſans ceſſe nos aliments en notre propre ſubſtance !

I°. Les aliments broyés & humectés dans la bouche, ſont conduits par l'œſophage dans l'eſtomac, où l'action de ce ventricule, appliquée ſans ceſſe à les preſſer, à les agiter, à les atténuer, les convertit ſucceſſivement & peu à peu en une eſpece de bouillie, qui n'eſt pas encore le chyle. Les anciens attribuoient à l'eſtomac une *faculté concoctrice*, qualité occulte qu'ont ſagement dédaigné & éliminé les modernes. Ceux-ci ne voient dans l'eſtomac & dans les inteſtins, qu'une cauſe méchanique propre à opérer la

digeſtion, ou par voie de *fermentation*, ou par voie de *putréfaction*, ou par voie de *trituration*, ou par voie de *diſſolution*. Il eſt vraiſemblable que ces quatre manieres concourent plus ou moins à la *digeſtion*, qui n'eſt autre choſe que le changement des aliments en chyle & en excréments.

Quoiqu'on n'ait découvert dans l'eſtomac aucuns ſucs propres à opérer dans les aliments une efferveſcence ſemblable à celle qu'on apperçoit dans le mêlange d'un acide & d'un alkali ; il eſt vraiſemblable que la macération & la chaleur des aliments dans l'eſtomac, leur occaſionnent un petit mouvement tumultueux en tout ſens, qui reſſemble aſſez à la fermentation. La putréfaction totale, loin de faciliter la digeſtion, lui eſt contraire : mais une putréfaction commencée peut lui être favorable & l'accélérer. Quoiqu'on n'apperçoive dans l'eſtomac aucun méchaniſme propre à broyer & à triturer les aliments, le mouvement continuel de ce viſcere peut & doit contribuer à diviſer & à atténuer les aliments ſolides, par la preſſion & par le frottement des parties les unes contre les autres. On ne peut douter que les liqueurs continuellement filtrées dans l'eſtomac & dans les inteſtins, telles que la ſalive, les ſucs gaſtriques, la bile, n'aient une action diſſolvante ſur les aliments. La diſſolution ſeule ſeroit inſuffiſante pour la digeſtion ; mais elle l'aide & la facilite.

II°. Les aliments, par la preſſion de l'eſtomac, ſont portés ſucceſſivement de ce viſcere dans les inteſtins, ſous la forme d'une bouillie. Le canal inteſtinal acheve, par le même méchaniſme que nous avons obſervé dans l'eſtomac, de les

diviſer, de les atténuer, de ſéparer les ſucs nourriciers, des ſubſtances inutiles à la nutrition. Tandis que les ſucs nourriciers, en ſe ſéparant de ce qu'il y a de plus groſſier dans les aliments, prennent la forme d'une liqueur laiteuſe; une foule de veines lactées s'appliquent aux inteſtins par une foule d'embouchures, pour pomper ce ſuc laiteux, qu'on nomme *chyle*. Les glandes des inteſtins humectent ſans ceſſe les reſtes groſſiers des aliments, & les mettent en état de pouvoir toujours continuer leur route, juſqu'à ce que tout le chyle étant pompé, ils ſoient portés à l'extrêmité des inteſtins pour être rejettés.

III°. Par la contraction des inteſtins, le chyle eſt porté dans les vaiſſeaux lactés, qui ſont garnis vers leur embouchure inteſtinale, de valvules ou de ſoupapes, pour empêcher ce chile reçu de s'échapper; & qui portent ce chyle dans trois cavités, qu'on nomme le *réſervoir de Pequet*. A ce réſervoir aboutiſſent des vaiſſeaux lymphatiques, qui viennent y dépoſer une lymphe deſtinée à ſe mêler avec le chyle, & à lui ſervir de véhicule. La lymphe & le chyle, ainſi unis & convertis en un même tout, montent par le canal thorachique, le long de l'épine du dos, & vont ſe décharger dans la veine ſouſclaviere, qui garnie d'une ſoupape admet le chyle & ne laiſſe point échapper le ſang. Le chyle, admis dans la veine ſouclaviere, ſe mêle ſucceſſivement & perſévéramment avec le ſang, coule dans la même veine, ſe porte dans la veine cave, paſſe dans le ventricule droit du cœur, reſſort par le ventricule gauche, & ſe porte dans tout le corps, pour lui ſervir de nourriture.

IV°. Le réſidu des aliments, compoſé de par-

ties groſſieres & tenaces, d'une portion de bile dégénérée & rendue fétide par la putréfaction, d'une portion de mucus ou d'humeur gluante, eſt porté, après l'expreſſion du chyle, vers les gros inteſtins, pour en être expulſé, ſoit par ſon propre poids, ſoit par l'action de l'air dilaté, ſoit par quelqu'autre cauſe.

V°. La *nutrition* conſiſte dans la réparation des liquides & des ſolides. Dans le corps humain, les parties dures & ſolides ne ſont qu'environ un ſixieme des parties liquides. La perte des ſolides doit donc être incomparablement moindre que celle des liquides; ſoit à cauſe de la forte adhérence, ſoit à raiſon de la beaucoup moindre quantité des derniers. Le chyle, mêlé avec le ſang, répare la perte des liquides qu'enlevent la traſpiration & la filtration, en rendant au ſang une quantité de liquide, égale à la quantité perdue. Il répare la perte des ſolides, en voiturant parmi ſes parties liquides, une foule de particules capables de ſe durcir & de prendre de la conſiſtance dans les os, dans les cartilages, dans toutes les parties ſolides, qui les accrocheront & les arrêteront au tems de leur paſſage à travers ces ſubſtances analogues. Delà la nutrition & l'accroiſſement de ces parties ſolides du corps humain.

L'Enfant de Châteauroux.

542. OBSERVATION. Un enfant de dix à douze ans, vivant ſans prendre aucun aliment d'aucun genre, quel prodige! Il ſemble ne mériter aucune attention, à force d'en trop mériter. On ſoupçonne de l'impoſture, là où l'on voit dé-

truire ſans raiſon, la marche commune de la nature, qui ne conſerve les êtres animés que par la voie de la nutrition.

J'habitois en 1760 la très-petite capitale des Alpes maritimes, la ville d'Embrun, lorſqu'au commencement de mai, un bruit généralement répandu annonça que dans le village de Châteauroux, à une lieue d'Embrun, ſe trouvoit un enfant de onze ans, qui vivoit ſans aucune nourriture depuis un mois. J'écoutai, & je laiſſai courir ce bruit. Deux ou trois mois après, toute la ville confirmoit que le même enfant continuoit à vivre ſans prendre aucun aliment, ni ſolide, ni liquide: je continuai à ne donner aucune attention à cette nouvelle, que je regardois ou comme une fable ſans fondement, ou comme une ſupercherie dont quelque vil intérêt pouvoit être le principe. Un jeune médecin, très-éclairé dans ſon art, M. Guerin, alla voir l'enfant en queſtion; & vint me dire, à ſon retour, qu'après l'examen le plus attentif, il étoit perſuadé que cet enfant ne prenoit aucun aliment: ma léthargique incrédulité ne fut point encore ſuffiſamment réveillée par ce témoignage d'un très-grand poids. Enfin, vers le milieu d'octobre, comme la nouvelle de ce phénomene, loin de tomber en diſcrédit, prenoit toujours plus de force & plus d'autorité, je fus curieux de voir ce que tout le monde avoit vu. J'arrive à Châteauroux, avec deux de mes amis; & je trouve l'enfant ſingulier aſſis à table avec ſon pere, ſa mere & ſes freres, mais ſimplement ſpectateur d'un petit goûter frugal, dont le reſte de la famille étoit efficacement occupé. Il avoit le viſage un peu pâle, aſſez d'embonpoint, la taille

taille des enfants de ſon âge, l'air un peu triſte ou ſérieux. Attaqué de la petite vérole vers le milieu du carême, nous dit ſa mere, il ceſſa de prendre aucun aliment ſolide ou liquide, le vendredi Saint; & depuis lors, il n'a jamais ni bu, ni mangé. Dans les grandes chaleurs de l'été, j'ai tenté pluſieurs fois de lui faire prendre du moins quelques gouttes d'eau & de vin; mais tous mes efforts & les ſiens ont été inutiles: parce que tous les paſſages ſont bouchés; & comme rien n'entre dans ſon corps, rien n'en ſort en aucune maniere.

Après le goûter, je priai le pere & la mere de nous permettre de voir & d'examiner plus ſpécialement l'enfant en queſtion. Ils nous conduiſirent dans un appartement voiſin, & nous dévoilerent en plein le ſein du petit malade. Quel ſpectacle ſe préſenta à nos regards! Nous vîmes chez lui toute la peau du ventre, depuis les côtés juſqu'à la naiſſance des cuiſſes, enfoncée & collée contre l'épine du dos; comme ſi après avoir extrait tous les inteſtins, on avoit pompé l'air dans ce corps avec une machine pneumatique. Après cette obſervation, & après le plus mûr examen ſur toutes ſes circonſtances & dépendances, je penſai, comme le public, que cet enfant ſingulier ne devoit point & ne pouvoit devoir ſa ſubſiſtance au méchaniſme ordinaire de la nutrition.

Nous avions perdu de vue, depuis environ dix ans, cet enfant ſingulier; & nous ne ſoupçonnions pas même qu'il dût être encore au nombre des vivants. Une lettre de M. Guerin, qui a ſuivi & obſervé cette eſpece de prodige avec toute la curioſité & toute la ſagacité que met en jeu

le merveilleux dans un eſprit à lumieres, vient de nous apprendre (*) qu'après trois ans & demi d'un jeûne abſolu & univerſel, notre jeûneur, nommé Guillaume Gay, étoit venu à bout de prendre une écuelle de lait : que l'effort qu'il fit pour l'avaler, ne produiſit dans lui qu'une ſenſation ingrate pour le moment ; mais que depuis lors les paſſages ont été ouverts, & qu'il a continué à manger : qu'actuellement il eſt homme fait, d'environ cinq pieds & deux ou trois pouces de taille, occupé des différents travaux de l'agriculture ; mais que ſa conſtitution ſemble un peu dépérir : que pendant ſon jeûne de trois ans & demi, il mâchoit preſque continuellement des aliments ſolides & liquides, moins par goût, que par obéiſſance à ſon pere ou à ſon curé ; mais que toute la nourriture ſolide ou liquide, qu'il rouloit ou broyoit dans ſa bouche, il la rendoit toujours, ſans en rien avaler, en même quantité exactement examinée & meſurée à pluſieurs repriſes, qu'il l'avoit miſe dans ſa bouche : que dans cet état d'abſtinence univerſelle, il a grandi de deux pouces & quelques lignes ; & que la ſécrétion de la ſalive & de la tranſpiration a toujours eu lieu. Quel phénomene !

EXPLICATION. Il ſemble qu'il faille diſtinguer

(*) Cette lettre de M. Guerin, docteur en médecine, eſt du 29 ſeptembre 1771 : elle eſt accompagnée d'une autre lettre de M. l'abbé Monnoye, ſupérieur du ſéminaire d'Embrun, perſonnage dont tout le haut Dauphiné connoît les rares talents & les grandes lumieres. C'eſt de ces deux ſources, que nous tenons les détails que nous n'avons pas vus par nous-mêmes.

deux tems différents, dans le fait inſolite que nous mettons ici ſous les yeux; ſavoir, les ſix ou *ſept premiers mois* du jeûne abſolu, où l'enfant vivoit ſans boire & ſans manger, & ſans s'occuper à mâcher des aliments, ſe bornant ſimplement, comme me le dirent ſon pere & ſa mere, à s'humecter de tems en tems la bouche avec un mêlange d'eau & de vin, quand il avoit la bouche trop ſeche; & les *trois dernieres années* de ce même jeûne, où ſans rien avaler de ſolide ou de liquide, il mâchoit preſque continuellement différentes ſortes d'aliments.

I°. On ſait qu'il y a pluſieurs eſpeces d'animaux, ſujettes à une *torpeur* ou à un *engourdiſſement périodique*, qui ſemble ſuſpendre totalement pendant la partie froide de l'année, l'uſage de leurs membres & de leurs ſens. Tels ſont, entre pluſieurs autres, les loirs, les blaireaux, les hériſſons, les marmottes. La cauſe de cet engourdiſſement, ſelon M. de Buffon, c'eſt le peu de chaleur du ſang de ces animaux, qui n'excede point la température de l'air: de ſorte que, quand leur chaleur naturelle ceſſe d'être aidée par la chaleur extérieure, leur ſang n'a plus qu'un mouvement très-foible & très-lent, qui leur occaſionne à peine une inſenſible tranſpiration. Ces animaux s'enferment dans la terre, quand la température commune de l'air ceſſe d'être de dix ou onze degrés au-deſſus de la congelation; & n'en ſortent, que quand la ſaiſon nouvelle ramene la même température. Ils entrent très-gras dans leur retraite; & en ſortent très-maigres, après leur longue léthargie.

Un grand nombre de naturaliſtes penſe que la graiſſe de ces animaux leur ſert d'aliment pen-

dant leur engourdiſſement; que cette graiſſe ſe fondant peu à peu, eſt portée ſucceſſivement dans les veines, par le même méchaniſme & par les mêmes conduits qui y voiturent le chyle dans la belle ſaiſon; que cette graiſſe, ſucceſſivement fondue, ſuffit pour lubréfier & ſuſtenter la maſſe du ſang; pour réparer les pertes inſenſibles que fait l'animal, dans un tems où le mouvement du cœur & des poumons eſt très-lent, la tranſpiration très-petite, les ſécrétions peu abondantes, les déjections nulles.

L'enfant de Châteauroux n'aura-t-il pas pu vivre d'une maniere aſſez ſemblable? La petite vérole dont il fut attaqué, & qui le mit aux portes de la mort, a pu opérer dans lui une grande révolution; engorger des vaiſſeaux; reſſerrer ou étrangler des canaux; rallentir le mouvement du cœur & des poumons; fermer les conduits ordinaires de la nutrition & de la tranſpiration, ſans détruire les principaux organes de la vie. Dans cette hypothèſe, cet enfant, incapable de ſe nourrir par le méchaniſme naturel de la digeſtion, ſe ſera nourri pendant un certain tems de ſa propre ſubſtance; qui, ſe fondant peu à peu, & paſſant en chyle dans la veine ſouſclaviere & dans la veine cave, aura été ſuffiſante par le défaut total de déjection ſolide ou liquide, pour réparer les pertes d'une tranſpiration peu conſidérable, pour ſoutenir & prolonger pendant un certain nombre de mois, ſa vie toujours de plus en plus défaillante.

II°. Si le ſujet dont nous parlons n'avoit eu abſolument, pour ſe ſuſtenter, que la reſſource de ſa propre ſubſtance; après l'épuiſement de la

membrane adipeuſe & de ſes dépendances, qui peut ſe diſſoudre, & rentrer par le moyen des vaiſſeaux capillaires dans l'océan de la circulation, mais qui ne peut pas renaître d'elle-même; il eſt clair que cet enfant auroit dû ceſſer de vivre, & qu'à la fin ſa vie ſe ſeroit éteinte, comme une lampe faute d'huile. Quelle autre reſſource pouvoit donc lui reſter dans ce jeûne de trois ans, où aucun aliment ſolide ou liquide n'a pénétré dans ſon corps? La reſſource des *alimens mâchés*, ſans être avalés.

Selon M. Willis, la digeſtion & la nutrition commencent dans la bouche. Les houppes mamelonnées de la langue & du palais, en fourniſſant un ſuc diſſolvant aux aliments, ſont comme l'orifice d'une infinité de vaiſſeaux abſorbants, où s'inſinue & ſe précipite la partie la plus ſpiritueuſe des aliments. Ces petits vaiſſeaux ou canaux abſorbants, dans un état de vuide intérieur & de beſoin naturel, ont dû être plus ouverts, plus actifs, plus dégagés, plus diſpoſés à attirer ou à recevoir dans leurs cavités, les ſubſtances qui leur ſont analogues. Delà, dans le ſujet dont nous parlons, une intus-ſuſception comme permanente de ſubſtances ſpiritueuſes, qui ne paroît pas inſuffiſante pour réparer les petites pertes qu'il faiſoit dans l'état où nous l'avons repréſenté.

III°. Les paſſages qui avoient été engorgés & obſtrués au tems de la maladie, ont pu à la longue ſe dégager & s'ouvrir, par la diſſipation lente & inſenſible des ſubſtances tenaces & collantes qui les lioient & les fermoient. Delà le rétabliſſement plus ou moins parfait de l'état naturel, dans le ſujet dont il s'agit; rétabliſſement effectué dans les premiers tems de la puberté, où la

nature a coutume de faire comme un effort général & extraordinaire, pour achever de développer ſon ouvrage, & de lui donner en peu de tems tout ſon accroiſſement.

Si l'explication que nous donnons de ce phénomene ſingulier, ne paroît pas en tout point bien complette & bien ſatisfaiſante; elle ſervira du moins à porter l'attention du public, ſur un phénomene digne d'exercer la curioſité des phyſiciens & des naturaliſtes, digne d'immortaliſer quiconque en donnera une explication qui ne laiſſe rien à deſirer.

PARAGRAPHE SECOND.

L'ESPECE IRRAISONNABLE.

543. OBSERVATION. TOUT eſt peuplé d'êtres vivants & animés dans la nature. Quelle innombrable foule d'eſpeces, quelle étonnante multiplicité d'individus, nous préſentent les airs, les plaines, les forêts, les rivieres, les mers, les entrailles de la terre! L'eſpece raiſonnable renferme peut-être moins d'individus, que l'eſpece irraiſonnable ne renferme d'eſpeces ſubalternes; & il y a telle eſpece ſubalterne qui ſemble inépuiſable en eſpeces ultérieures. Quelque immenſe variété d'eſpeces qu'on ait obſervé dans les plantes ſur la ſurface entiere du globe terreſtre, un naturaliſte moderne prétend qu'elle n'égale pas la multitude d'eſpeces que renferme la ſeule claſſe des inſectes.

Depuis l'invention des microſcopes, un

nouveau monde d'êtres vivants & animés, eſt venu s'offrir & ſe dévoiler aux regards des philoſophes. Une ſeule goutte d'eau, à peine ſenſible à l'œil, leur préſente ſouvent plus d'eſpeces différentes d'animaux, que ne leur en préſentoient auparavant les ménageries & les parcs des plus grands potentats. (36.)

Comment aſſervir à une diviſion exacte & fidelle, tant de claſſes ſi différentes, tant d'eſpeces ſi multipliées d'animaux ? Les diviſions qu'on peut donner du regne animal, ne ſauroient être que des diviſions génériques, qui comprennent néceſſairement chacune un grand nombre de genres & d'eſpeces ſubalternes, ſuſceptibles d'ultérieures diviſions. Nous allons donner quelques-unes de ces diviſions génériques, celles qui nous paroiſſent les plus propres à répandre quelque lumiere ſur cet inconcevable multiplicité d'objets ſi diſparates, & ſi difficiles à préſenter ſous des points de vue diſtinctifs & caractériſtiques.

DIVISIONS DU REGNE ANIMAL.

§44. DIVISION I. La diviſion la plus générale du regne animal, eſt celle qui le partage en vivipares & en ovipares. Parmi les animaux, on nomme *vivipares*, ceux dont les petits naiſſent tout formés du ſein de la mere : on nomme *ovipares*, ceux dont les petits proviennent d'un œuf, que la chaleur de l'incubation, ou la chaleur du ſoleil, ou telle autre chaleur naturelle ou artificielle fait éclorre. Tous les animaux, ſans aucune exception, doivent leur exiſtence à une mere qui les met au monde en l'une de ces deux

manieres. Les vers & les inſectes ne naiſſent de la putréfaction de certaines ſubſtances, que par le moyen des œufs dépoſés dans ces ſubſtances, & que la chaleur de la fermentation y fait éclorre.

545. DIVISION II. Une diviſion un peu moins générique & moins confuſe, mais moins exacte ou moins conforme aux regles de la dialectique (*), eſt celle qui partage le regne animal en quadrupedes, en oiſeaux, en poiſſons, en amphibies, en reptiles, en inſectes, en animaux microſcopiques, & peut-être en zoophites.

I°. Les *quadrupedes*, habitants de la terre, marchent ſur quatre pieds, ont une circulation de ſang, reſpirent par les poumons, ſont vivipares & allaitent leurs petits. C'eſt le genre ou la claſſe d'animaux, dont l'organiſation a le plus de reſſemblance avec l'homme; & dans le degré de reſſemblance, le ſinge tient le premier rang, du moins pour la figure extérieure.

II°. Les *oiſeaux*, habitants tour à tour de la terre & de l'air, ſont bipedes, ovipares, ſanguins, couverts de plumes. Leurs pieds leur ſervent à ſe mouvoir ſur la terre, comme

(*) REMARQUE. Le principal vice de cette diviſion du regne animal, c'eſt que quelques-uns des membres rentrent en partie les uns dans les autres : ce qui eſt contre les loix ou les regles que donne la dialectique ſur la diviſion (*Mét.* 242). Par exemple, le caſtor appartient à la fois & à la claſſe des quadrupedes & à la claſſe des amphibies : ce qui fait que ces deux membres de la diviſion, rentrent pour quelque choſe l'un dans l'autre. De même la claſſe des reptiles rentre en partie dans la claſſe des inſectes ; & la claſſe des inſectes, dans celle des reptiles ; & ainſi du reſte.

l'homme : leurs ailes les élevent & les ſoutiennent dans le fluide aérien, où ils ſe meuvent ou comme des vaiſſeaux à rames & à voiles, ou comme des poiſſons de cet élément. La plupart des oiſeaux changent de climat, ſelon la diverſité de ſaiſons : en paſſant ſucceſſivement du midi au nord, & du nord au midi, ils ſe procurent une eſpece de printems perpétuel. Ils ſont ou *granivores* ou *carnivores* : ils trouvent de la nourriture dans un climat, quand la nourriture leur manque dans un autre. Les eſpeces carnivores purgent ainſi ſucceſſivement la ſurface de la terre, des inſectes qui la ravageroient par leur trop grande multiplication, & des cadavres épars de toute eſpece qui l'infecteroient par leur putréfaction.

III°. Les *poiſſons*, habitants de l'eau, ſont des animaux que leur conſtitution & leur organiſation fixent néceſſairement dans le liquide élément, qu'ils ne peuvent quitter ſans périr. Les poiſſons, ainſi que les quadrupedes & les oiſeaux, ont un ſang qui circule du cœur dans tout le corps, une peau écaillée ou unie qui leur ſert d'habillement, un eſtomac & des inteſtins pour opérer la digeſtion & la nutrition. Ils n'ont point de pieds pour ſe mouvoir ; mais ils ont des nageoires qui ſont pour eux, ce que les ailes ſont pour les oiſeaux. Une veſſie plus ou moins pleine d'air, laquelle ſe dilate & ſe comprime à volonté par l'action des muſcles, augmente & diminue alternativement & ſelon le beſoin, leur volume ; & les rend tantôt plus légers, tantôt plus peſants que le volume d'eau auquel ils répondent, ſelon qu'ils ont beſoin de monter ou de deſcendre dans leur élément. Ils avalent preſque continuellement l'eau par la bouche, c'eſt

leur *inſpiration* ; & ils la rejettent par les ouïes, c'eſt leur *expiration* : c'eſt dans ce paſſage que leur ſang s'abreuve d'air. Tous les poiſſons connus ſont ovipares, à l'exception de l'anguille & des différentes eſpeces de baleines, qui ſont vivipares. La plus générale diviſion des poiſſons eſt celle qui les partage en poiſſons de mer & en poiſſons d'eau douce : mais il y en a, tels entre autres que le ſaumon, qui vivent indifféremment dans l'une & dans l'autre. En général, les poiſſons vivent plus que les quadrupedes & les oiſeaux. Les poiſſons ovipares ſont d'une fécondité prodigieuſe : on trouva dans une morue de moyenne grandeur, au-delà de neuf millions d'œufs.

IV°. Les *amphibies*, habitants tour à tour de la terre & de l'eau, tiennent une eſpece de milieu entre les poiſſons & les animaux terreſtres quadrupedes & volatiles. Tels ſont, entre pluſieurs autres, le caſtor, l'hippopotame, le crocodile, le veau marin, la tortue aquatique, la grenouille, le ſerpent à collier, qu'on voit paſſer alternativement de l'eau ſur la terre, & de la terre dans l'eau. Parmi les amphibies, il y en a de vivipares, il y en a d'ovipares.

V°. Les *reptiles*, ſont ou des animaux dépourvus de pieds & de nageoires, qui ne peuvent marcher ſur la terre ou nager dans l'eau, que par les replis tortueux dont leur corps eſt ſuſceptible ; tels ſont les vers de terre, les ſerpens, les viperes, les anguilles : ou des animaux qui, pourvus de pieds très-courts, ſe meuvent en rampant ou en ſe traînant ſur leur ventre ; comme les chenilles, les léſards, les taupes, les taupe-grillons, les grenouilles, les crapauds, les

tortues, & ainſi du reſte. Cette claſſe rentre en partie dans la claſſe des inſectes & des amphibies.

VI°. Les *inſectes* ſont des petits animaux rampants ou volants, communément formés d'anneaux ou de ſegments, qui ſemblent les diviſer en pluſieurs parties, & qui tiennent les uns aux autres par des filaments plus ou moins élaſtiques. Les inſectes n'ont, du moins pour la plupart, ni oſſements, comme les quadrupedes; ni arêtes, comme les poiſſons: quelques anneaux ou quelques cartilages forment la charpente & le ſupport de leur corps, dans lequel on apperçoit aiſément une tête, une poitrine, un ventre, tout ce qui eſt néceſſaire pour le méchaniſme animal. Les menus filaments qui forment leurs interſections ou leurs étranglements, impriment à l'inſecte, en s'alongeant & en ſe raccourciſſant alternativement, ou un mouvement vermiculaire, comme au ver de terre; ou un mouvement par ſauts & par bonds, comme à la ſauterelle; ou tel autre mouvement plus analogue à celui des quadrupedes & des oiſeaux, comme à la fourmi & au papillon.

Parmi les inſectes, les uns ſont ſans pieds; les autres en ont un nombre plus ou moins grand: les uns n'ont point d'ailes; les autres en ont ou deux, ou quatre, tantôt à étuis, & tantôt ſans étuis. Toutes les eſpeces de mouches, de vers, de chenilles, de pucerons, de poux, de punaiſes, de grillons, de cygales, de papillons, doivent être placées dans la claſſe des inſectes, leſquels ſont tous ovipares, à l'exception de quelques eſpeces de mouches & de vers qui ſont vivi-

pares. Les insectes sont extrêmement féconds : il y a certaines mouches vivipares, qui donnent naissance, dit-on, à près de deux mille petites mouches à chaque portée : l'on voit aussi des mouches ovipares, telles que l'abeille, qui produisent, à ce qu'on prétend, jusqu'à quarante mille œufs fécondés. La vie des insectes n'est pas fort longue : l'éphémere, mouche qui voltige ou sautille sur l'eau, ne vit guere au-delà d'un ou deux jours : la plupart, nés au printems ou en été, meurent à l'entrée de l'hiver : un assez grand nombre passe l'hiver dans des crevasses, dans un état de torpeur plus ou moins grande. Pendant la courte durée de leur existence, les uns vivent en troupe sous la terre, & rongent l'herbe : d'autres vivent dans les champs, dans les prés, dans les forêts, & mangent les feuilles des plantes : plusieurs s'attachent aux quadrupedes, aux oiseaux, aux hommes, & se nourrissent du sang & de la substance de l'animal qu'ils habitent. Quoique ce genre d'animaux passe généralement pour nuisible, on connoît l'utilité de l'abeille, de la cochenille, du ver à soie, & de quelques autres : si l'utilité de la plupart est moins connue, en est-elle moins réelle dans l'ordre général de la nature ?

Ce qu'il y a de plus singulier & de plus remarquable dans la classe des insectes, ce sont les *métamorphoses* que subissent les insectes ailés : prenons un papillon pour exemple. Né d'un œuf, il commence par être *animal rampant*, un ver, une chenille : il a de fortes mâchoires, un prodigieux estomac, un plus ou moins grand nombre de jambes : il file & fait une toile avec beaucoup d'art. Après un certain nombre de

jours marqué par la nature, ce ver vorace s'abſtient de nourriture, devient malade, s'enveloppe dans une coque, mue ou change de forme, devient *chryſalide*; c'eſt-à-dire, qu'il perd ſon état de vermiſſeau, pour prendre un état plus brillant, où l'or & l'azur doivent faire ſa parure. Emmaillotté dans une membrane qui ne lui laiſſe la liberté d'aucun de ſes membres, il ſe défait de ſa peau, de ſes jambes, de l'enveloppe de ſa tête, de ſon crâne, de ſes mâchoires, de ſa filiere, de ſon prodigieux eſtomac, d'une partie de ſes poumons. Après un certain tems de léthargie, où il paroiſſoit mort & où il conſervoit une vie très-réelle, ſe nourriſſant vraiſemblablement aux dépens de ſa ſubſtance primitive, la chryſalide a pris de nouveaux membres, des ailes pour voler, une trompe pour ſucer le miel des fleurs, des organes pour perpétuer ſon eſpece: elle ſort de ſon enveloppe *animal volant*, papillon brillant & volage, qui ſemble n'avoir plus rien de ſon premier être & de ſes premieres mœurs; & qui, uniquement occupé de ſes plaiſirs inconſtants, dépoſe en mille & mille endroits des œufs, d'où la chaleur de la terre & du ſoleil feront éclorre des vers ou des chenilles, qui deviendront à leur tour chryſalides & papillons.

VII°. Les *animaux microſcopiques* ſont ceux que leur étonnante petiteſſe dérobe à la vue ſimple; qu'on n'apperçoit & qu'on ne diſtingue qu'à l'aide des microſcopes. Cette claſſe d'êtres organiſés & vivants, inconnue aux anciens naturaliſtes, eſt peut-être & plus multipliée & plus diverſifiée que toutes les autres claſſes priſes enſemble. Il y a autant & peut-être plus de différence entre les divers animaux microſcopiques

qu'on voit nager dans une petite goutte d'eau croupie, qu'il y en a entre une baleine & une truite, entre un taureau & une chenille (36). Cette classe d'animaux nous intéressera toujours infiniment peu : parce qu'elle a infiniment peu de rapport avec nous, & que nous ne pouvons en retirer aucune utilité. Ainsi on a sur cet objet, à peu près toute la somme de connoissances qu'on peut souhaiter; quand on sait en général que l'Auteur de la nature produit, organise, & anime sans cesse, avec une sagesse & une puissance inconcevables à nos lumieres, une infinité d'êtres vivants, que l'œil le mieux constitué & le mieux organisé ne peut appercevoir sans le secours de l'art.

VIII°. Quelques naturalistes célebres ajoutent à ces six classes d'animaux, une septieme classe qui en differe totalement, & qu'ils appellent *zoophytes*, ou *animaux-plantes*. Ce sont des plantes aquatiques d'eau salée & d'eau douce, telles que le polype, le corail, la chenille de mer, & plusieurs autres semblables, dans lesquelles ils ont cru appercevoir une organisation animale & des signes de sentiment.

Un autre naturaliste, M. Lémery, pense au contraire qu'il n'y a point d'animaux-plantes; que le mouvement qu'on observe dans ces prétendus zoophytes, ne vient que de l'entrée & de la sortie de l'eau dans ces plantes singulieres; que quand on examine en bonne physique & sans préoccupation les plantes en question, on reconnoît que ce sont des plantes pures, & qu'elles n'ont rien d'animal; qu'ainsi on ne doit point admettre de zoophyte véritable. Nous adhérons au sentiment de ce naturaliste, jusqu'à ce que des

preuves complettes & irréfragables aient plus ſolidement établi l'opinion ſinguliere qu'il rejette & qu'il combat. L'hiſtoire de l'*agneau tartare*, eſpece de plante qui a quelque reſſemblance avec un agneau, qui a paſſé pendant un tems pour un zoophyte, & qui eſt aujourd'hui reconnue pour une ſimple plante, doit apprendre aux naturaliſtes à ne point trop ſe preſſer en fait de déciſions en ce genre. S'il eſt vrai qu'on ait apperçu quelques mouvements ſpontanés dans quelques-unes des productions qu'on met au rang des zoophytes, eſt-il bien certain que ces mouvements ſpontanés ne ſoient pas produits par quelques inſectes, ou peut-être par différentes petites fourmillieres d'inſectes, dont ces plantes, pures plantes en elles-mêmes, ne ſeront que les cellules?

L'opinion que nous refuſons d'admettre, ſans la contredire formellement, ne devroit-elle point la petite vogue qu'elle a eue, & qu'elle a encore, à un principe vrai pour le fond, mais qu'on pouſſe peut-être au-delà de ſes limites naturelles; ſavoir, que *la nature paſſe toujours par des nuances décroiſſantes d'une eſpece à l'autre, d'un regne à l'autre*; de l'homme au ſinge, du ſinge aux autres quadrupedes, des quadrupedes aux oiſeaux, des oiſeaux aux poiſſons, des poiſſons aux inſectes, des inſectes aux zoophytes, des zoophytes aux plantes les plus parfaitement organiſées, des plantes les moins parfaitement organiſées aux minéraux qui n'ont point d'organiſation? Les zoophytes ſont propres, comme on voit, à ſervir de pont de communication, ou à former le chaînon, entre le regne animal & le regne végétal. Mais la nature, toujours grande & admi-

rable dans ſes œuvres, s'occupe-t-elle réellement toujours de ces attentions minutieuſes? Le paſſage de l'homme au ſinge, de l'homme le plus ſtupide au ſinge le plus délié, n'eſt-il pas toujours un ſaut comme infini, le paſſage de la raiſon à la négation de raiſon? (*Mét.* 506.)

546. DIVISION III. M. Adanſon diviſe le regne animal en trois claſſes, en uniſexes, en biſſexes, & en aſſexes.

I°. Les *animaux uniſexes* ſont ceux qui ſont, ou ſimplement mâles, ou ſimplement femelles. Tels ſont les quadrupedes, les oiſeaux, les amphibies vivipares, les baleines quelconques, qui perpétuent leur eſpece par voie d'accouplement. Les poiſſons ovipares ſont auſſi uniſexes, mais ils n'ont point d'accouplement: dans le tems du frai, les œufs de la femelle, dépoſés dans l'eau, ſont fécondés par les laites du mâle.

II°. Les *animaux biſſexes* ſont ceux qui ſont à la fois mâles & femelles, fécondés & fécondants. Tels ſont les limaçons, qui ont chacun les deux ſexes diſtingués & ſéparés, où deux individus ſe fécondent réciproquement, & deviennent chacun pere & mere à la fois, relativement à leur poſtérité. On ne connoît point de biſſexes dans le genre des quadrupedes: les individus qui ont paru quelquefois participer des deux ſexes, étoient des monſtres dans leur eſpece, qui n'avoient aucun ſexe bien formé. On a ſoupçonné quelques eſpeces biſſexes dans la claſſe des poiſſons.

III°. Les *animaux aſſexes* ſont ceux qui n'ont aucun ſexe, qui ne ſont ni mâles ni femelles; qui reproduiſent leur eſpece ſans aucune fécondation. Telles ſont les conques, eſpece de coquillage

lage vivipare : telles ſont encore quelques pucerons, pluſieurs ſortes de vers & d'inſectes, dont chaque individu iſolé ſe reproduit par lui-même, & laiſſe ſouvent dans un tems bien court, une nombreuſe & dévorante poſtérité.

Les ſen des brutes.

547. OBSERVATION. L'homme a cinq ſens, ou cinq organes différents, auxquels il doit les diverſes ſenſations qui l'affectent. Les brutes ont auſſi des ſens, ou des organes deſtinés à leur occaſionner des ſenſations intérieures, & à leur faire appercevoir les objets extérieurs. Mais ces ſens ſont-ils en même nombre & de même nature, chez l'homme & chez la brute ?

I°. Il eſt certain que chez les quadrupedes & chez les oiſeaux, il y a le même nombre de ſens que chez l'homme. La deſtination, la fonction, la conſtruction générale de ces ſens, ſont à peu près les mêmes : mais la perfection de ces organes, ſur-tout de l'odorat, eſt ſouvent bien plus grande dans certaines brutes, par exemple dans les chiens, que dans l'homme.

II°. Il eſt probable que certaines eſpeces d'animaux ont un moindre nombre de ſens, que l'homme : quelques-unes ſemblent manquer de l'organe de l'ouie ; quelques autres, de l'organe de la vue. Quelques inſectes, tels que l'abeille & certaines autres mouches, au lieu de deux yeux, en ont un nombre prodigieux, dont leur tête eſt couverte comme d'autant de petits miroirs à facettes & immobiles.

III°. Il eſt certain que chez toutes les eſpeces de brutes, il y a au moins, & le ſens du *tact*, &

le ſens du *goût*. Un tact infiniment plus fin ſupplée en partie aux organes dont peut les avoir privé la nature, & leur procure l'eſpece & le nombre de ſenſations qui convient à leur deſtination.

IV°. Il eſt plus que vraiſemblable que chez les brutes, comme chez les hommes, les ſenſations extérieures, ou l'ébranlement des organes, eſt la cauſe occaſionnelle des ſenſations intérieures qui affectent l'ame & qui conſtituent le ſentiment interne (*Mét.* 172, 176). Ce ſentiment interne des brutes, eſt plus ou moins vif, plus ou moins délicat, plus ou moins fécond en induſtrie, ſelon le plus ou le moins de perfection des organes qui le font naître & qui ſervent à le manifeſter au dehors.

L'INSTINCT DES BRUTES.

548. OBSERVATION. Le Créateur, toujours admirable & inconcevable dans ſes œuvres, a donné aux brutes, pour les conduire à leur deſtination, un *inſtinct* plus ou moins parfait dans les différentes eſpeces & dans les différents individus. Mais qu'eſt-ce que cet inſtinct, dans une ſubſtance qui n'eſt ni matiere ni eſprit, capable de ſenſations & de ſentiments, incapable de penſées, de réflexion, d'intelligence (*Mét.* 569)? Qu'on nous permette de placer ici un échantillon de notre métaphyſique, néceſſaire à cette partie de notre phyſique.

I°. *Cet inſtinct paroît être une diſpoſition plus ou moins parfaite à certains ſentiments & à certains mouvements, relatifs à quelqu'objet ſenſible.* L'inſtinct diffère de l'intelligence. L'intelligence eſt comme

une lumiere qui éclaire & irradie l'ame, qui lui trace & les choſes & les rapports des choſes: l'inſtinct eſt comme un tact, ſuſceptible de différentes affections, capable de faire ſentir les objets ſenſibles, incapable d'en montrer les rapports inſenſibles. L'intelligence retrace, examine, juge un objet: l'inſtinct ſe borne à en ſentir la préſence, à le faire appercevoir.

II°. *Cet inſtinct, ce tact, cette diſpoſition à certains ſentiments & à certains mouvements, paroît être un penchant pour certains objets, une averſion pour certains autres objets:* ſelon que les uns & les autres ſont utiles ou nuiſibles à l'individu, dans la circonſtance actuelle & préſente.

III°. *Ce penchant affectif ou averſatif ſe réveille par la ſenſation du plaiſir ou du beſoin, & ſe déploie par le jeu des organes qu'il met en mouvement.* L'inſtinct des brutes n'eſt pas toujours en action; mais il eſt toujours prêt à l'action: il ne ſe déploie pas toujours, mais il eſt toujours prêt à ſe déployer. Par exemple, un chien en ſanté n'a rien qui l'invite à chercher une plante propre à le guérir, s'il étoit malade. Ce même chien malade éprouve une ſenſation de mal-être, qui le détermine à chercher un remede ou une plante ſalutaire. Ses organes mis en jeu & en mouvement par cette ſenſation de mal-être, déterminent ſa marche vers un pré voiſin, où ils ſont affectés par les corpuſcules émanés du ſein des différentes plantes. La ſenſation préſente, qu'occaſionnent ces divers corpuſcules, dirigée par le penchant & par le beſoin de la nature, guide ce chien malade à la plante bienfaiſante dont les corpuſcules le flattent, plutôt qu'à une autre

plante dont les corpuſcules ne le flattent pas également dans cette circonſtance.

549. REMARQUE. Il y a chez les hommes un inſtinct aſſez ſemblable à celui des brutes: avec cette différence eſſentielle, que l'inſtinct chez les hommes, eſt toujours accompagné de l'intelligence, qui l'obſerve & l'examine, qui l'arrête ou lui donne un libre cours, qui lui applaudit ou le condamne; au lieu que chez les brutes, l'inſtinct eſt toujours une puiſſance aveugle & néceſſaire, ſans guide qui le dirige, ſans flambeau qui l'éclaire, ſans raiſon qui le juge, qui l'approuve ou le condamne.

Chez les brutes, comme chez les hommes, les ſenſations intérieures dépendent des ſenſations organiques; & le grand mobile des ſenſations organiques, c'eſt l'eſprit animal, principe & du ſentiment & du mouvement. (*Mét.* 192, 547.)

Cet inſtinct fait aſſez ſouvent opérer aux brutes des choſes merveilleuſes, où l'on ſeroit quelquefois tenté de ſoupçonner des veſtiges d'intelligence du moins d'un ordre ſubalterne. Mais quand on obſerve qu'une ſubſtance intelligente eſt néceſſairement marquée à des caracteres que n'a point la ſubſtance qui anime les brutes; quand on fait attention d'ailleurs que cet inſtinct, dont on ne connoît pas aſſez la nature & la perfection, peut s'étendre à des effets qui échappent à notre intelligence; on conçoit & on ſent qu'il n'y a aucune raiſon d'attribuer ce qui paroît de merveilleux dans les opérations des brutes, à une ſubſtance ſemblable à la ſubſtance ſpirituelle qui nous anime.

Un eſprit, quoique d'un ordre ou d'une

eſpece ſubalterne, ne ceſſe pas d'être *eſprit*; & s'il ne ceſſe pas d'être eſprit, pourquoi ceſſeroit-il d'avoir en ſa nature les propriétés qui caractériſent l'eſprit? Non; un Dieu ſage & conſéquent n'a point créé des ſubſtances intelligentes, pour être privées univerſellement & perſévéramment, dans tous les tems & dans tous les lieux, dans toutes les eſpeces & dans tous les individus, de l'uſage de leur intelligence & de leur raiſon. Quelle différence ſenſible de lumiere & de conduite entre l'homme le plus ſtupide & le plus groſſier dans ſon eſpece, & la brute la plus déliée & la plus raffinée dans la ſienne! Celui-là montre par-tout de l'intelligence; celle-ci n'en montre jamais: celui-là perfectionne ſes lumieres, paſſe d'une connoiſſance à l'autre, ſaiſit la proportion des moyens avec la fin, conçoit les rapports des choſes ſenſibles & inſenſibles; celle-ci n'a rien de tout cela. (*Mét.* 568.)

Effets de cet inſtinct.

550. OBSERVATION. De cet inſtinct, tel que nous l'avons décrit, ſemblent découler aſſez naturellement les principaux phénomenes qui nous étonnent dans les brutes; leur appétit, leur propagation, leur mémoire, leurs ouvrages, leur éducation, leur affection, leur induſtrie.

I°. *Leur appétit.* L'eſtomac des brutes, dénué de nourriture, éprouve, comme chez les hommes, un frottement dans ſon velouté, une irritation dans ſes fibres; frottement & irritation occaſionnés principalement par l'action du ſuc gaſtrique, laquelle ne s'exerçant plus ſur les alimens, s'exerce ſur la ſubſtance même animale.

Ce frottement, ce deſſéchement, cette irritation des fibres de l'eſtomac, occaſionnent dans l'ame des brutes une ſenſation qu'on nomme faim ou appétit; & cette ſenſation occaſionne dans elles un cours d'eſprits animaux, qui dirige leur marche vers les objets propres à faire ceſſer cette ſenſation déſagréable, & à lui ſubſtituer des ſenſations flatteuſes.

II°. *Leur propagation.* En certains tems de l'année, des ſucs ſurabondants viennent-ils à produire certaines irritations dans leurs organes? Ces irritations organiques font naître dans leur ame un ſentiment ſympathique, qui les incline à ſe reproduire. Ces irritations organiques ceſſent-elles pendant le reſte de l'année? Ce même ſentiment ſympathique, qui en étoit le fruit néceſſaire, demeure totalement ſuſpendu & aſſoupi, & n'imprime à la machine animale aucun jeu, aucun mouvement relatif au même effet.

III°. *Leur mémoire.* Armé d'un peſant bâton, j'entre dans un ruſtique château, où un dogue déchaîné vient m'accueillir, furieux & la gueule béante: intrépide, je l'attends & lui aſſene un coup vigoureux ſur le muſeau. Le dogue s'enfuit, emportant & la ſenſation faite par mon bâton, & la ſenſation faite par ma figure. Je reviens, un mois après, au même château; & le dogue, à mon aſpect, s'enfuit tremblant: pourquoi? Parce que ma préſence occaſionne dans lui le même cours d'eſprits animaux, qu'elle lui avoit occaſionné un mois auparavant; & que cet ancien cours d'eſprits animaux étoit accompagné d'une ſenſation très-déſagréable, laquelle l'invitoit à fuir l'objet nuiſible qui la lui avoit occaſionnée.

IV°. *Leur éducation.* Je veux former un ſinge

à prendre certaines attitudes, que ne lui donne pas ſa nature? Que fais-je pour en venir à bout? Une baguette à la main, je donne une attitude marquée à ce ſinge, & je le frappe à l'inſtant qu'il la quitte. Je le rends à la même attitude; & je continue à le frapper, quand il l'abandonne. Les ſenſations déſagréables qu'il éprouve en quittant l'attitude donnée, l'inclinent à conſerver la même attitude, tant que dure la ſenſation occaſionnée par la vue de la baguette menaçante; & pendant ce tems là, les eſprits animaux s'habituent à circuler d'une maniere propre à faire prendre & garder la même poſture. Le lendemain, à la vue de la même baguette, le ſinge qui craint la touche, s'efforce de l'éviter, & détermine ſes eſprits animaux à reprendre le même cours que le jour précédent. Le même artifice & le même méchaniſme lui feront prendre peu à peu, & ſucceſſivement, une foule d'attitudes qu'il devra à l'art, & non à la nature.

Il y a chez les brutes, un enchaînement naturel de ſenſations & de mouvements. La ſenſation de viſion, relative à un objet, fait naître la ſenſation d'affection ou d'averſion pour cet objet; & la ſenſation d'affection ou d'averſion pour cet objet, fait naître des mouvements propres à le pourſuivre ou à le fuir.

V°. *Leurs ouvrages.* Les oiſeaux conſtruiſent leurs nids, les abeilles leurs alvéoles, les caſtors leurs habitations, d'une maniere merveilleuſe. La ſenſation du beſoin ou du plaiſir chez les animaux, eſt connexe avec certains mouvements dans leurs fibres, qui les déterminent à chercher tels objets, à les arranger de telle maniere, à opérer tout ce qui eſt néceſſaire pour

la conſervation de leurs eſpeces & de leurs individus. Delà l'amour de la plupart des animaux pour leurs petits qu'ils élevent! La vue de ces tendres objets fait naître dans eux un ſentiment qui les incline à pourvoir à leur ſubſiſtance, & à s'armer puiſſamment pour leur défenſe. Mais cette vue ceſſe-t-elle? Avec elle ceſſe la ſenſation ou le ſentiment d'affection.

Si la nature paroît inconcevable dans les opérations des brutes, la nature eſt-elle moins inconcevable dans les opérations de l'homme, dans l'état d'enfance, de ſommeil, de rêve, où la raiſon n'agit point, & où le ſeul inſtinct paroît agir. Pour être inconcevable, une choſe ne ceſſe donc pas toujours d'être très-réelle & très plauſible: telle eſt l'action de l'inſtinct des brutes.

VI°. *Leur amitié.* Le chien & le cheval treſſaillent de joie au retour & à la vue de leur maître. La ſenſation occaſionnée par la préſence d'un objet qui leur a conſtamment témoigné de l'affection & fait du bien, réveille dans leur ame une ſenſation de plaiſir; ſenſation connexe avec des mouvements propres à annoncer & à exprimer cette ſatisfaction.

VII°. *Leur induſtrie.* Un chien de chaſſe pourſuit ſa proie: parce que les corpuſcules odorants, émanés du gibier, font naître dans ſon ame une ſenſation d'appétit, qui l'incline à ſe mouvoir pour atteindre ce gibier. En pourſuivant ſa proie, rencontre-t-il ſur ſa route un précipice profond? Il s'arrête: parce que la vue du précipice fait naître chez lui, comme chez le chaſſeur qui le ſuit, une ſenſation de crainte & d'effroi, qui le détermine à aller chercher ailleurs un paſſage. En pourſuivant le gibier, eſt-il menacé par

un loup carnacier, placé entre ſon maître & lui? Il recourt à mille détours & à mille ruſes, pour ſe ſouſtraire à ſon ennemi, & pour ſe rejoindre à ſon maître: parce que la ſenſation de terreur dont il eſt frappé, le porte à prendre toutes les voies convenables pour s'éloigner du loup, qu'il voit avide de ſa perte; & pour ſe rejoindre à ſon maître, qu'il ſent armé pour ſa défenſe.

PARAGRAPHE TROISIEME.

PROPAGATION DES ANIMAUX.

551. OBSERVATION. DANS le genre animal, ainſi que dans le genre végétal, tous les individus périſſent; toutes les eſpeces ſubſiſtent. Mais comment s'opere cette perpétuité d'exiſtence, dans cette perpétuité de deſtruction? Tel eſt l'objet qui a piqué la curioſité des plus grands philoſophes & des plus célebres naturaliſtes, dans tous les ſiecles. Nous allons donner une idée de leurs obſervations & de leurs ſyſtêmes, moins pour donner des lumieres ſûres & plauſibles ſur cet objet, que pour montrer que l'eſprit humain n'en ſauroit avoir. Anathême & mépris à tout eſprit foible ou corrompu, dont l'abſurde fanatiſme voudroit imaginer une chimérique indécence, dans la plus intéreſſante ſpéculation de la plus chaſte philoſophie!

Depuis le ſavant maſſacre que fit Harvey de tant de biches dans le parc du roi d'Angleterre, pour percer le ſecret de la nature dans la reproduction des animaux, la *biche* & le *cerf* ſemblent

être deſtinés à ſervir d'exemple général en ce genre : & c'eſt auſſi celui que nous allons choiſir de préférence.

On nomme *fœtus* l'animal formé, ou dans la coque de l'œuf, ou dans le ſein de la mere : on nomme *embryon*, le commencement, les premiers linéaments, le premier tems du fœtus : on nomme *matrice*, le ſein maternel, où le fœtus prend ſon accroiſſement.

I°. *Le mélange des humeurs.*

552. SYSTÊME I. Les anciens philoſophes avoient penſé que la reproduction des êtres animés, par exemple des faons, eſt due au ſimple mêlange des humeurs prolifiques de la biche & du cerf dans le ſein de la mere. Deſcartes, qui n'étoit certainement pas ſtérile en ſyſtêmes, adopta cette opinion ; & s'efforça d'expliquer la formation de l'embryon, l'accroiſſement & l'organiſation du fétus, par les ſeules loix du mouvement qu'il avoit imaginées. La principale raiſon qui fonde ce ſyſtême, c'eſt que le nouvel animal participe à la nature, aux qualités, aux maladies, aux difformités de la mere & du pere auxquels il doit l'exiſtence.

Ariſtote, l'oracle de l'ancienne philoſophie, adopta à peu près le même ſyſtême : mais il voulut, ſans dire pourquoi, que l'humeur prolifique du cerf contînt le fœtus ; & que celle de la biche n'en fût que l'aliment : le cerf produiſoit la *forme*, & la biche la *matiere* du nouvel être. Cette opinion d'Ariſtote ſubſiſta juſqu'au tems où la philoſophie commença à renaître.

II°. *Les œufs contenants le fœtus.*

553. SYSTÊME II. Au ſyſtême de la matiere & de la forme, ſuccéda le ſyſtême des œufs contenants le fœtus tout formé du nouvel animal. Dans un œuf de poule fécondé, ſe trouve un germe dans lequel on découvre les principaux linéaments du poulet que l'incubation y fait éclorre. Après cette obſervation, il fallut que toute eſpece animale, ovipare ou vivipare, eût des œufs ſemblables, dans leſquels ſe trouvaſſent de ſemblables germes. On crut par-là tout expliqué, tandis qu'on n'avoit fait qu'augmenter les difficultés.

Dans les femelles des eſpeces ovipares, on trouve des *ovaires*, c'eſt-à-dire, une région ou une partie du corps où ſe forment les œufs. On chercha de ſemblables ovaires dans les eſpeces vivipares ; & on n'en trouva pas. Quel parti prendre, pour aſſurer le ſyſtême des œufs ? Le haſard préſenta dans quelques eſpeces vivipares, certaines parties ſpongieuſes & véſiculaires, qui pouvoient avoir quelque reſſemblance aſſez éloignée avec les ovaires des oiſeaux & des poiſſons. Ces parties ſpongieuſes & véſiculaires furent aiſément métamorphoſées en ovaires, dans les eſpeces vivipares où on les trouva ; & quand on manqua d'en trouver dans d'autres eſpeces vivipares, on en ſuppoſa de cachées.

Malheureuſement dans les eſpeces vivipares, ces parties ſpongieuſes & véſiculaires, ces prétendus ovaires, étoient placés hors de l'enceinte où ſe forme le fœtus : il étoit impoſſible que ces prétendus œufs ſe portaſſent par eux-mêmes

dans cette enceinte : que faire encore pour ſauver le ſyſtême d'une ruine évidente ? On imagina des pompes ou des *trompes* mobiles, pour aller les ſaiſir, & pour les conduire dans l'aſyle où ils doivent être couvés, vivifiés, développés. Après ces découvertes & ces ſuppoſitions, on eût eu mauvaiſe grace de révoquer en doute le ſyſtême des œufs : la queſtion ſembloit plauſiblement & définitivement terminée. Le petit faon étoit tout formé dans l'œuf de la biche, lequel étoit porté tellement quellement dans la matrice ; & le cerf n'avoit d'autre mérite, que d'occaſionner une fermentation fécondante ou vivifiante aux humeurs de la biche, pour les diſpoſer à communiquer le mouvement & la vie aux germes contenus dans ſes œufs. Dans ce ſyſtême, la mere, dans toutes les eſpeces d'animaux, avoit la principale influence dans la reproduction de l'eſpece.

III°. *Hypotheſe des développements.*

554. SYSTÊME III. On ne trouvoit plus de difficulté ſur l'exiſtence des ovaires, ſur le tranſport des œufs, ſur la réalité des germes ou des embryons exiſtants dans ces œufs, ſur l'accroiſſement & la vie que recevoient ces embryons : mais on en trouva ſur la maniere dont ces embryons exiſtoient dans l'œuf. Chaque œuf contenoit-il un ſeul embryon, mâle ou femelle ? Comment cet embryon, parvenu à ſon accroiſſement parfait, produiſoit-il d'autres embryons organiſés comme lui ? La choſe paroiſſoit incompréhenſible, & on vouloit tout comprendre. On auroit pu recourir à l'action conſervatrice du Créateur, qui perpétue la nature par une in-

fluence toujours permanente : mais on vouloit bannir de la phyſique, une fois pour toutes, l'action du Créateur, qu'on jugeoit néceſſaire pour former la nature, & inutile pour la conſerver. On eut donc recours à l'hypotheſe des développements ; c'eſt-à-dire, qu'on ſuppoſa dans le premier œuf de chaque eſpece, une infinité d'infinités d'embryons, tous inclus l'un dans l'autre, & tous formés au commencement des tems.

Ainſi les œufs formés par le Créateur dans la premiere biche, contenoient chacun un nombre inépuiſable de germes ou d'embryons, tous inclus & emboîtés l'un dans l'autre. L'embryon qui ſervoit d'enveloppe à tous les autres, devoit naître & ſe développer le premier. Si ce premier embryon étoit mâle, l'animal qui en ſortoit étoit un cerf, & ne contenoit point d'embryons ultérieurs, leſquels reſtoient dans la mere, ou s'évanouiſſoient en pure perte pour l'eſpece. Si ce premier embryon étoit femelle, l'animal qu'il produiſoit étoit une biche, laquelle contenoit dans ſes ovaires tous les embryons mâles & femelles qui reſtoient à développer. Ce ſyſtême révoltant dura juſqu'à l'invention & à la perfection des microſcopes.

IV°. *Les vers ſimilaires.*

555. SYSTÊME IV. Le ſyſtême des vers fit changer de face au ſyſtême des œufs, ſans le détruire totalement. On examina avec les meilleurs microſcopes, les humeurs prolifiques des diverſes eſpeces d'animaux, par exemple, du cerf & de la biche. On crut voir dans l'humeur

fécondante du cerf, une fourmilliere de petits vers vivants : on n'en trouva pas de ſemblables dans l'humeur de la biche. L'imagination transforma aiſément ces prétendus vers, en autant de petits cerfs & de petites biches. On crut voir le même phénomene dans les chiens, dans les lapins, dans une foule d'autres animaux qu'on égorgea & qu'on diſſéqua, pour en examiner les humeurs. Le réſultat d'une telle obſervation fut que le cerf, ou le mâle quelconque, produiſoit le petit animal qui devoit perpétuer l'eſpece ; & que la biche, ou la femelle quelconque, ne fourniſſoit que les ſucs nourriciers qui devoient ſuſtenter le petit animal : la principale influence dans la reproduction de l'eſpece, paſſa donc de la femelle au mâle.

Dans cette petite fourmilliere de vers ſimilaires, contenus dans la ſubſtance fécondante du cerf, il s'en trouvoit quelqu'un plus heureux, qui rampoit ou grimpoit juſqu'à l'ovaire de la biche : là il ſe logeoit, comme il pouvoit, dans quelqu'un des œufs : cet œuf étoit apporté, ou par quelque trompe ou en quelqu'autre maniere, de l'ovaire dans la matrice de la biche ; où, en ſuçant la ſubſtance de l'œuf, il prenoit ſon accroiſſement.

La transformation de ces vers en faons dans l'œuf imaginaire de la biche, en poulets dans l'œuf réel de la poule, n'embarraſſoit pas les naturaliſtes : ils n'étoient embarraſſés que pour la formation primitive de ces petits inſectes. On adapta aux vers ſimilaires, l'hypotheſe des développements : on ſuppoſa que chaque ver contenoit une infinité de vers de ſon eſpece, tous emboîtés les uns dans les autres, & qui n'avoient

beſoin que de ſe développer ſucceſſivement les uns après les autres, pour ſe convertir en animaux de leur eſpece. Après cette ſuppoſition, on croyoit avoir tout expliqué: on n'avoit plus beſoin de l'action du Créateur; parce qu'on lui avoit fait tout faire, d'une maniere peut-être chimérique, dès le commencement des tems. Tout cela s'appelloit de la philoſophie, dans un tems où être philoſophe, c'étoit uniquement ne pas ſe laiſſer mettre au ſac.

Depuis lors, des naturaliſtes plus attentifs & plus éclairés ont fait ſubir un nouvel examen aux différentes humeurs des ſubſtances animales & végétales; & ont découvert que les prétendus *vers ſimilaires*, que les Hartſœker, les Leuvenoek, les Lametrie, & tant d'autres, attribuoient excluſivement aux humeurs fécondantes des mâles de toute eſpece, n'étoient que des *corpuſcules mouvants*, qui ſe trouvoient auſſi & dans le ſang & dans les chairs & dans les ſucs & dans les diverſes humeurs de tous les animaux mâles & femelles; que ces corpuſcules mouvants, dont un aveugle enthouſiaſme avoit fait des êtres vivants & animés, ſe trouvoient encore dans les infuſions des germes d'une foule de plantes. Cette obſervation a renverſé le ſyſtême des vers ſimilaires, & a donné lieu au ſyſtême des molécules organiques, dont nous parlerons bientôt.

V°. *Expériences d'Harvey.*

556. OBSERVATION. Les naturaliſtes de toute nation étoient partagés entre ces différents ſyſtêmes, lorſque Charles premier, roi d'Angleterre, prince curieux & amateur des ſciences,

chargea le fameux Harvey, qui venoit de découvrir la circulation du ſang, de faire ſur les biches de ſon parc, toutes les expériences qu'il jugeroit convenables, pour tâcher d'arracher à la nature ſon ſecret. Harvey, ce célebre partiſan du ſyſtême des œufs, fit ſucceſſivement, pendant pluſieurs années, un prodigieux nombre de diſſections de biches fécondées par le cerf; & ne trouva jamais rien dans ſes obſervations, qui pût s'adapter à aucun des ſyſtêmes qu'on vient d'expoſer.

I°. Quoiqu'il ait diſſéqué pluſieurs biches immédiatement après l'accouplement, il ne trouva jamais dans leur matrice aucune humeur ou ſubſtance étrangere: ce qui ſemble détruire le premier ſyſtême, qui eſt cependant le ſeul vraiſemblable. Mais on peut ſauver ce ſyſtême, en diſant que les convulſions occaſionnées à la biche immolée & diſſéquée, ont pu opérer chez elle une révolution capable de déplacer aſſez ſubitement la ſubſtance deſtinée à la rendre féconde.

II°. Quoiqu'il ait diſſéqué ſucceſſivement une foule de biches, plus ou moins long-tems après leur accouplement; il n'apperçut jamais aucune altération dans le prétendu ovaire des biches, & ne trouva jamais rien dans la matrice des mêmes biches, qui eût appartenu à cet ovaire: ce qui détruit manifeſtement, & le ſyſtême des œufs, & tous les ſyſtêmes qui en dépendent.

III°. La premiere altération que Harvey apperçut dans les biches fécondées en ſeptembre, fut dans la matrice, qu'il trouva un peu enflée & plus molle qu'à l'ordinaire vers le mois d'octobre. Il y découvrit des caroncules ou des excroiſſances ſpongieuſes, qu'il compare aux bouts des

des mamelles des femmes : il en coupa quelques-unes, qu'il trouva parſemées de petits points blancs, enduits d'une matiere viſqueuſe. Le fond de la matrice, qui formoit leurs parois, étoit gonflé & tuméfié comme les levres des enfants, lorſqu'elles ont été piquées par les abeilles; & tellement mollaſſe, qu'il paroiſſoit d'une conſiſtance ſemblable à celle du cerveau.

IV°. Au mois de novembre, la tumeur de la matrice étoit diminuée; les excroiſſances ſpongieuſes, devenues flaſques. Mais, ce qui fut un ſpectacle nouveau, des filets déliés, étendus d'une cavité à l'autre de la matrice, formoient une eſpece de *réſeau* ſemblable aux toiles d'araignée; & s'inſinuant entre les rides de la membrane interne, ils s'entrelaçoient autour des caroncules ou des excroiſſances dont on vient de parler.

« Ce réſeau (dit M. de Maupertuis, de qui nous emprunterons le reſte de ce détail hiſtorique) forma bientôt une poche, dont les dehors étoient enduits d'une matiere fétide : le dedans liſſe & poli, contenoit une liqueur ſemblable au blanc d'œuf, dans laquelle nageoit une autre enveloppe ſphérique, remplie d'une liqueur plus claire & cryſtalline. Ce fut dans cette liqueur qu'on apperçut un nouveau prodige. Ce ne fut point un animal tout organiſé, comme on le devoit attendre des ſyſtêmes précédents : ce fut le principe d'un animal, *un point vivant & ſaillant*, avant qu'aucune des autres parties fût formée. On le voit dans la liqueur cryſtalline, ſauter & battre, tirant ſon accroiſſement d'une veine qui ſe perd dans la liqueur où il nage. Il

battoit encore, lorſqu'expoſé aux rayons du ſoleil, Harvey le fit voir au roi.

Les parties du corps viennent bientôt s'y joindre, mais en différent ordre & en différent tems. Ce n'eſt d'abord qu'un mucilage diviſé en deux petites maſſes, dont l'une forme la tête & l'autre le tronc. Vers la fin de novembre, le fœtus eſt formé; & tout cet admirable ouvrage, lorſqu'il paroît une fois commencé, s'acheve fort promptement. Huit jours après la premiere apparence du *point vivant*, l'animal eſt tellement avancé, qu'on peut diſtinguer ſon ſexe. Mais encore un coup, cet ouvrage ne ſe fait que par parties: celles du dedans ſont formées avant celles du dehors: les viſceres & les inteſtins ſont formés avant d'être couverts du thorax & de l'abdomen; & ces dernieres parties, deſtinées à mettre les autres à couvert, ne paroiſſent ajoutées que comme un toit à l'édifice.

Juſqu'ici l'on n'obſerve aucune adhérence du fœtus au corps de la mere. La membrane qui contient la liqueur cryſtalline dans laquelle il nage, que les anatomiſtes appellent l'amnios, nage elle-même dans la liqueur que contient le chorion, qui eſt cette poche que nous avons vue ſe former d'abord; & le tout eſt dans la matrice ſans aucune adhérence.

V°. Au commencement de décembre, on découvre l'uſage des caroncules ſpongieuſes dont nous avons parlé, qu'on obſerve à la ſurface interne de la matrice. Ces caroncules ne ſont encore collées contre l'enveloppe du fœtus, que par le mucilage dont elles ſont remplies: mais elles s'y uniſſent bientôt plus intimément, en recevant les

vaiſſeaux que le fœtus pouſſe, & ſervent de baſe au placenta.

Tout le reſte n'eſt plus que différents degrés d'accroiſſement, que le fœtus reçoit chaque jour. Enfin le terme où il doit naître étant venu, il rompt les membranes dans leſquelles il étoit enveloppé. Le placenta ſe détache de la matrice; & l'animal ſortant du corps de la mere, paroît au jour. Les femelles des animaux mâchent elles-mêmes le cordon des vaiſſeaux qui attachoient le fétus au placenta, détruiſent une communication devenue inutile: les ſages-femmes font une ligature à ce cordon, & le coupent.

VI°. Voilà quelles furent les obſervations de Harvey. Elles paroiſſent ſi peu compatibles avec le ſyſtême des œufs & avec celui des animaux ſpermatiques, que ſi je les avois rapportées avant que d'expoſer ces ſyſtêmes (c'eſt toujours M. de Maupertuis qui parle) j'aurois craint qu'elles ne prévinſſent trop contre eux, & n'empêchaſſent de les écouter.

Au lieu de voir croître l'animal par l'*intuſſuſception* d'une nouvelle matiere, comme il devroit arriver s'il étoit formé dans l'œuf de la femelle, ou ſi c'étoit le petit ver qui nage dans la ſemence du mâle; ici c'eſt un animal qui ſe forme par la *juxta-poſition* de nouvelles parties. Harvey voit d'abord ſe former le ſac qui le doit contenir; & ce ſac, au lieu d'être la membrane d'un œuf qui ſe dilateroit, ſe fait ſous ſes yeux comme une toile dont il obſerve les progrès. Ce ne ſont d'abord que des filets tendus d'un bout à l'autre de la matrice: ces filets ſe multiplient, ſe ſerrent, & forment enfin une véritable mem-

brane. La formation de ce ſac eſt une merveille qui doit accoutumer aux autres.

Harvey ne parle point du ſac intérieur, dont ſans doute il n'a pas été témoin : mais il a vu l'animal qui y nage, ſe former. Ce n'eſt d'abord qu'un point, mais un point qui a la vie, & autour duquel les autres parties venant s'arranger, forment bientôt un animal (*). »

LES MOLÉCULES ORGANIQUES.

557. SYSTÊME V. A tous les ſyſtêmes dont nous avons fait mention, a ſuccédé enfin le ſyſtême des *molécules organiques ;* ſyſtême plus ingénieux & plus philoſophique que tous ceux qui l'ont précédé, & qu'on peut regarder comme un heureux développement du ſeul ſyſtême admiſſible en ce genre, ou du ſyſtême qui attribue la reproduction des eſpeces vivantes au mêlange des humeurs prolifiques. Dans ce ſyſtême, imaginé & développé par le célebre de Buffon, les molécules organiques, comme l'annonce l'expreſſion qui en préſente l'étymologie, ſont des petites maſſes ou ſubſtances organiſées : *molecula, parvula moles, ſuis inſtructa organis.* C'eſt par ces molécules, que cet illuſtre naturaliſte, peintre ſublime & philoſophe profond, tâche de rendre raiſon du plus grand phénomene que nous préſente la nature, de la reproduction des plantes & des animaux, qu'il enviſage en ce genre ſous un même point de vue. Voici le fond & le précis

(*) Maupertuis, *Venus phyſique.* Harvey, *de cervarum & damarum coïtu*, exercitatione 66.

de ce ſyſtême, où ſe développent également & l'étendue & la juſteſſe & la ſagacité du génie.

I°. Il y a dans la nature, dit cet auteur, une matiere qui ſert à la nutrition & au développement de tout ce qui vit & végete. Cette matiere opere la nutrition & le développement, en s'aſſimilant à chaque partie du corps de l'animal ou du végétal, & en pénétrant intimément la forme des types & des moules intérieurs où elle s'inſinue. Lorſque cette matiere nutritive eſt plus abondante qu'il ne faut pour nourrir & développer le corps animal ou végétal, elle eſt renvoyée de toutes les parties du corps, dans un ou dans pluſieurs réſervoirs, ſous la forme d'une liqueur. Cette liqueur contient toutes les moléçules analogues au corps de l'animal ou du végétal, & par conſéquent, tout ce qui eſt néceſſaire à la reproduction d'un petit être entiérement ſemblable au premier.

II°. Lorſque cette matiere nutritive & productive a paſſé par le moule intérieur de l'animal ou du végétal, ou par les pores & les cribles de toutes les différentes parties qu'elle nourrit, & qu'elle trouve une matrice convenable; elle produit un animal ou un végétal de même eſpece. Mais lorſqu'elle ne ſe trouve pas dans une matrice convenable, elle produit des *êtres organiſés*, qui ne ſont encore que des *corpuſcules mouvants*; tels que ceux qu'on obſerve dans les liqueurs ſéminales & quelquefois dans le ſang & dans les autres humeurs de certains animaux; tels que ceux encore qu'on obſerve dans les infuſions des germes d'une foule de plantes terreſtres & aquatiques.

III°. Cette matiere productive eſt compoſée

de particules organiques, toujours actives par leur nature ; ou toujours disposées à s'unir à d'autres molécules analogues, soit par leurs affinités, soit par quelque autre cause. Ces corpuscules mouvants & végétants sont privés d'action & de mouvement, quand ils sont fixés & arrêtés par les parties brutes & tenaces de la matiere terreuse, huileuse, saline, qui les enveloppent. Mais dès qu'on les dégage de cette matiere étrangere, ils reprennent leur action, & produisent différentes especes, ou de végétations, ou d'êtres animés qui se meuvent progressivement. Ce système des molécules organiques n'exclut pas sans doute l'existence future des ames, nécessaire pour vivifier & pour animer ces *corpuscules mouvants*, différents des animaux.

Applications de ce système.

558. APPLICATION I. Sans adopter servilement toutes les idées de l'auteur de ce système, voici comment nous concevons & la formation & l'action des molécules organiques dans le regne animal & végétal.

1°. Un animal ou un végétal, formé par un germe unique qui contient en petit le canevas fondamental de son organisation, parvient par la nutrition à son accroissement parfait ; & produit en lui-même, par le moyen des cribles & des types de son organisation, des germes semblables à lui, ou des germes semblables au germe d'où il est né : delà l'inutilité des absurdes développements (554). Ces germes nouveaux, destinés à le reproduire, ne sont autre chose que le su-

perflu des ſucs nourriciers qui vont ſuſtenter & développer toutes les parties du corps organiſé; & qui, devenus redondants dans chaque partie animale & végétale, doivent refluer dans certains réſervoirs communs, & s'aſſimiler en petit, comme ils auroient été aſſimilés en grand. Le reflux qui ſe fait perſévéramment, du moins dans certains tems, dans les réſervoirs de l'animal ou du végétal, doit donc former une image de l'animal ou du végétal: voilà un germe deſtiné à le reproduire.

II°. Ce *germe*, placé dans un lieu propre à ſon développement, tend à végéter en petit, comme l'animal ou le végétal végete en grand. Le germe d'un végétal, placé dans une terre favorable, forme une chevelure de racines qui vont pomper les ſucs de la terre, & qui lui attirent une ſubſtance propre à s'aſſimiler avec ſes différentes parties. Le germe d'un animal ovipare végete & produit les filaments par où il reçoit ſa nourriture préparée dans l'œuf, & propre à s'aſſimiler avec tous ſes membres & tous ſes organes, en commençant d'abord par les plus eſſentiels. Le germe d'un animal vivipare, en s'inſinuant dans les pores entr'ouverts d'une ſubſtance ſpongieuſe, végete & produit ſes filets, par où il s'implante dans cette ſubſtance, & y puiſe les ſucs nourriciers qui développent ſucceſſivement les principaux organes de ſa conſtitution.

III°. Selon les obſervations de Malpighi & de Haller, le germe & le fœtus du poulet eſt tout formé dans les œufs de poule non fécondés: eſt-il impoſſible, eſt-il même improbable qu'il y ait de ſemblables germes dans les divers réſer-

voirs des femelles vivipares, par exemple, dans la biche ? Pourquoi cependant ces germes ne peuvent-ils jamais ſe développer & être vivifiés, ſans le concours des molécules organiques du coq & du cerf? Parce que ces molécules organiques de la poule & de la biche, iſolées en elles-mêmes, n'ont pas une *affinité attractive* avec les ſucs nourriciers qui doivent les faire végéter ; & qu'elles acquierent cette vertu attractive, par leur union avec les molécules organiques du coq ou du cerf. C'eſt ainſi que dans les opérations chymiques, l'on voit tous les jours une ſubſtance qui n'a point d'affinité attractive avec certaines ſubſtances, acquérir cette affinité attractive par ſon union avec une autre ſubſtance. (87.)

IV°. Par leur union, les molécules organiques du cerf & de la biche produiront ou un fœtus mâle qui reſſemblera au pere, ou un fœtus femelle qui reſſemblera à la mere, ſelon que les molécules qui doivent déterminer le ſexe, auront été prédominantes de la part ou du cerf ou de la biche : les molécules ſemblables & ſympatiſantes s'uniſſent ſelon l'ordre & le rapport de leur affinité, celles de la tête avec celles de la tête, celles des pieds avec celles des pieds. Les molécules diſſemblables & qui doivent déterminer le ſexe du fœtus, manquant d'affinité attractive, n'adhéreront pas entre elles : parmi les molécules ſpécifiques du cerf & de la biche, celles qui auront la plus grande affinité avec le reſte du fœtus, reſteront adhérentes à ce fœtus, expulſeront les autres, feront du fœtus un cerf ou une biche.

V°. Le fœtus végétant n'eſt point animé par

cette végétation, qui n'a & ne peut avoir rien de commun avec la ſubſtance immatérielle à laquelle le fœtus devra & la vie & le ſentiment. Cette ame immatérielle doit être indiſpenſablement créée par le Tout-puiſſant; & il eſt probable que cette création a lieu au tems où le fond de l'organiſation eſſentielle eſt opéré. (*Mét.* 570.)

Tel eſt ou tel peut être conçu le ſyſtême des molécules organiques. Ce ſyſtême, ſujet à bien des difficultés, a du moins l'avantage & le mérite d'avoir purgé la phyſique de la fabuleuſe & ridicule hypotheſe des animalcules ſpermatiques, que crurent avoir découverts Leuvenoek & Hartſoeker: hypotheſe qu'a enfin proſcrit une phyſiologie plus éclairée. Armés de leurs fameux microſcopes, ces deux obſervateurs, vieux & ſans lunettes, ont eu le privilege de voir ſeuls, ce que mille autres obſervateurs, avec les yeux les mieux conſtitués, avec les meilleurs microſcopes, n'ont jamais pu voir de la même maniere qu'eux. Que ne voit-on pas, quand on voit avec des yeux trop avides de ſingularité, avec un eſprit paſſionnément entiché d'une découverte qui doit renverſer toutes les idées reçues! Des figures biſarres deviennent des figures animales: des vibrations purement méchaniques ſe convertiſſent en mouvements vitaux & ſpontanés: des molécules plus ou moins informes, des *corpuſcules mouvants* qui n'ont peut-être rien de commun avec ce que nous nommons molécules organiques, ſont des cerfs, des taureaux, des moutons, des lapins, des chiens, des hommes. Heureuſement tous les obſervateurs n'ont pas les mêmes yeux; & le preſtige ſe détruit par le

conſiſt des relations. Les vrais animalcules, que leur extrême petiteſſe dérobe à la ſimple vue, & que rend viſibles un excellent microſcope en les traçant dans l'œil ſous un angle bien ſenſible, tels que les anguilles du vinaigre ou les mites du fromage, ſont toujours vus de la même maniere & ſous les mêmes traits par tous les obſervateurs. Les animalcules de Leuvenoek ont été vus diverſement par tous les obſervateurs qui ont ſoutenu leur fabuleuſe exiſtence; exiſtence digne à plus d'un titre, d'être adoptée avec enthouſiaſme par l'auteur de l'homme-machine. La diverſité & l'oppoſition permanentes des obſervations en ce genre, ont enfin ébranlé, ridiculiſé, décrédité la prétendue découverte; & l'opinion des *animaliſtes* a cédé la place au ſyſtême des *molécules organiques*, en attendant qu'un nouveau ſyſtême ſuccede peut-être encore à celui-ci: ce qui ne paroît pas devoir arriver ſi-tôt.

Quelques phyſiologiſtes ont déja voulu ſubſtituer aux molécules organiques, une *vapeur ſpiritueuſe*, un *eſprit fécondant*, une *matiere électrico-prolifique*: grands mots, qui ne diſent rien, quand on les analyſe; où le vulgaire croit voir la ſublimité du génie, & où le philoſophe ne voit que ſon impuiſſance; qui ne laiſſent à l'eſprit que des idées ſi vagues & ſi confuſes, qu'on peut les placer à côté des qualités occultes du péripatétiſme.

559. APPLICATION II. Quoique la théorie des molécules organiques ne ſoit qu'un ſyſtême, peut-être ruineux; ce ſyſtême très-philoſophique eſt propre & le ſeul propre à rendre raiſon d'une foule de phénomenes en ce genre: ce qui

eſt du moins un grand préjugé en ſa faveur.

I°. Le jeune faon, par exemple, eſt de même nature que les deux êtres vivants, le cerf & la biche, qui lui ont donné la vie : parce que les molécules qui ont formé le canevas de ſon être primitif, ont été formées au moule intérieur des deux ſubſtances organiſées qui lui ont donné l'exiſtence ; ſoit que les molécules analogues du cerf & de la biche ſe ſoient rapidement unies dans la matrice de la biche ; ſoit qu'elles ſe ſoient unies ſucceſſivement, en circulant dans le ſang & dans le corps de la biche, avant de parvenir au gîte deſtiné à leur développement.

Le jeune faon eſt de la couleur, de la taille, de la nature de la biche & du cerf de telle contrée : parce que les molécules organiques qui lui donnent l'exiſtence, ont été modelées ſur la biche & le cerf de cette contrée, & non ſur la biche & le cerf d'une contrée différente.

II°. D'une jument & d'un âne naît un animal mi-parti, un mulet, qui tient des deux eſpeces : parce que les molécules organiques, qui en s'aſſimilant ont concouru à former ſon exiſtence, ſont de nature différente, mais propres à adhérer enſemble par leur affinité. Parvenu à ſon état d'accroiſſement naturel, l'animal mi-parti a dans lui des molécules organiques réſultantes d'un reflux des ſucs nourriciers : mais ces molécules organiques n'ont point de fécondité ; parce que leur nature mi-partie manque d'affinité avec les molécules organiques d'un animal de ſon eſpece ou d'une eſpece différente.

III°. Il y a des eſpeces d'animaux *aſexes* ou *aphrodites*, c'eſt-à-dire, neutres & ſans aucun ſexe, tels que quelques pucerons, les conques,

plusieurs sortes de vers & d'insectes, où chaque individu isolé se reproduit seul par lui-même : parce que les molécules organiques de cet individu sont suffisamment organisées pour donner l'être à un animal semblable, sans avoir besoin d'être unies à d'autres molécules de même espece.

IV°. Il y a dans la nature, des *monstres* ou par excès ou par défaut : on peut aisément rendre raison de leur formation, dans le système des molécules organiques.

Les *monstres par excès*, par exemple, un cerf à deux têtes, doivent cette difformité à deux fœtus distingués, dont l'un s'est conservé en entier, & l'autre a péri en partie. Dans celui-ci le tronc de la molécule organique qui devoit le former, a péri ou a manqué de se former ; & la tête, échappée au même désastre, s'est développée à part, & s'est implantée par juxtaposition, au tronc du fœtus existant à côté de lui (556). Si on demande pourquoi cette tête ne s'implante pas au milieu du dos, au talon, ou à telle autre partie moins analogue de l'animal ; je répondrai que la chose doit arriver ainsi, parce que cette tête a plus d'analogie & d'affinité avec le cou de l'animal coexistant, qu'avec toute autre partie. Parmi les hommes, on a vu des *races sexdigitaires* : parce que les molécules organiques des sexdigitaires, sont elles-mêmes de petits êtres sexdigitaires, résultants du reflux de toutes les parties d'un tout sexdigitaire.

Les *monstres par défaut*, par exemple, un fœtus sans bras dans l'espece humaine, doivent cette difformité à quelque accident qui a fait périr la partie analogue aux bras, dans la molécule or-

ganique de ce fœtus ; ou qui a empêché les bras de ce fœtus, formés peut-être ſéparément, de venir s'implanter à la place convenable à leur affinité. Une molécule organique, privée de linéaments correſpondants aux bras, doit produire un corps ſans bras : une molécule organique, entiere & complette, aura le même ſort, ſi quelqu'accident empêche les lineaments correſpondants aux bras, de végéter ou de s'implanter au tronc.

Un pere & une mere, viciés d'une maniere quelconque dans leur conſtitution eſſentielle, tranſmettent aſſez communément ces vices à leurs enfants : parce que les molécules organiques, élaborées par l'organiſation générale de ce pere & de cette mere, ſont en petit, ce que le pere & la mere ſont en grand, des êtres manqués & défectueux. Un militaire qui aura perdu un bras dans une bataille, ne tranſmet pas cette difformité à ſes enfans : parce que les ſucs deſtinés à nourrir ce bras, ſont antérieurement élaborés & dans les types & dans les moules qui communiquoient avec ce bras ; d'où il arrive que leur reflux a la perfection & l'organiſation qu'il doit avoir dans les molécules organiques qui en réſultent.

Quant aux monſtres humains à tête de chat, à patte de chien, à queue de cheval, à figure de belette, de grenouille, de crapaud, dont ſont mention quelques antiques phyſiologiſtes, chez qui l'imagination étoit plus puiſſante que la raiſon ; on peut les placer au rang des contes ſurannés & abſurdes. « Jai examiné pluſieurs de » ces monſtres, dit M. de Maupertuis ; mais tout » ſe réduiſoit à quelques traits difformes. Je n'ai

» jamais trouvé dans aucun individu, de partie » qui appartînt inconteſtablement à une autre » eſpece qu'à la ſienne ; & ſi l'on me faiſoit » voir quelque minotaure ou quelque cen- » taure, je croirois plutôt des alliances monſ- » trueuſes, que des prodiges ».

V°. On ne rendra raiſon, ni dans ce ſyſtême, ni dans aucun ſyſtême, de ces marques accidentelles qu'on appelle *envies*, & qu'un aveugle préjugé attribue à des envies ou deſirs de la mere. Jeux biſarres de la nature, ce ne ſont que des excroiſſances irrégulieres & informes, dans leſquelles l'imagination de la mere étonnée découvre quelque reſſemblance avec certains objets ſenſibles. En faut-il davantage pour lui perſuader que pendant ſa groſſeſſe elle a eu envie de ces objets, & que l'image de ces objets a été empreinte ſur ſon fruit ? Mais ſi un philoſophe attentif examine ces envies, il n'y voit qu'un ſang & des humeurs extravaſées : & d'ailleurs, ſi l'imagination des meres imprimoit ſes déſirs ſur ſon fœtus, le corps humain le plus giganteſque auroit-il un ſeul point qui ne fût marqué par une envie ? « J'ai vu, dit M. de Maupertuis, juſqu'à une ſouris ſur le cou d'une demoiſelle, dont la mere avoit été épouvantée par cet animal : une autre portoit au bras un poiſſon que ſa mere avoit eu envie de manger. Ces animaux paroiſſoient à quelques-uns parfaitement deſſinés : mais pour moi, l'un ſe réduiſit à une tache noire & velue, de l'eſpece de pluſieurs autres qu'on voit quelquefois placées ſur la joue, & auxquelles on ne donne aucun nom, faute de trouver à quoi elles reſſemblent : le poiſſon ne fut qu'une tache griſe ».

560. COROLLAIRE. Il réſulte de tout ce que nous venons de dire dans ce paragraphe, que *la reproduction des êtres vivants doit être regardée foncièrement, comme un myſtere impénétrable de la nature :* puiſque toutes les obſervations, toutes les expériences, toutes les hypotheſes imaginées dans une matiere où l'eſprit humain ſemble ne pouvoir aller plus avant, n'ont encore donné ſur cet objet aucune connoiſſance bien lumineuſe & bien ſatisfaiſante.

TROISIEME SECTION.

THÉORIE DU REGNE VÉGÉTAL.

561. DESCRIPTION. LE *végétal* eſt un corps organiſé, qui a un principe de vie, qui naît d'un germe, qui prend ſon accroiſſement par intuſſuſception, qui reſſemble foncièrement à l'animal par ſon organiſation, & qui en différe eſſentiellement par ſon défaut de ſentiment. Le regne végétal eſt l'objet de la *botanique*, ſcience qui embraſſe à la fois & la partie hiſtorique & la partie phyſique de tout ce qui concerne les végétaux.

Les botaniſtes ont déja découvert environ cent vingt ou cent vingt-cinq mille eſpeces différentes de plantes ou de végétaux, dans la partie de l'ancien & du nouveau monde qu'ils ont parcourue : s'ils avoient parcouru de même la terre entiere, ils en auroient vraiſemblablement trouvé plus

de deux cents mille. Mais la plupart des botaniſtes ſe ſont plus occupés de la nomenclature des plantes, qui eſt peu utile, que de leurs propriétés, dont on pourroit tirer de grands avantages.

562. DIVISION. M. Adanſon diviſe le regne végétal, ainſi que le regne animal, en eſpeces uniſexes, biſſexes, aſexes ou neutres. (546.)

I°. Il y a parmi les plantes, des *eſpeces uniſexes*, dont les individus ſont ou ſeulement mâles ou ſeulement femelles. Tel eſt le chanvre, où chaque plante individuelle à un ſexe unique & excluſif. La plante qui porte la fleur ou les étamines eſt le mâle, ou l'individu fécondant : la plante qui porte la graine eſt la femelle, ou l'individu fécondé. Tel eſt encore le piſtachier & le palmier, dont le mâle ne porte que des fleurs ; & dont la femelle ne porte jamais de fruits, ſi l'arbre mâle n'eſt planté auprès d'elle.

II°. Le plus grand nombre des végétaux eſt celui des *eſpeces biſſexes*, où chaque individu, mâle & femelle à la fois, produit & ſes fleurs fécondantes & ſes fleurs à féconder. Tel eſt le bled, dont l'épi produit d'abord ſes fleurs ou étamines, qui en tombant dans les écailles qui leur ont ſervi de calice, y fécondent la ſubſtance qui doit ſe convertir en grain. En général, la ſubtile pouſſiere qui couvre les étamines des fleurs, dans tous les arbres, dans toutes les plantes, eſt la ſubſtance qui doit donner naiſſance aux fruits, en tombant dans les ſtigmates où ils doivent ſe former. Communément ſur un même arbre biſſexe, les fleurs mâles & les fleurs femelles ſont ſur une même tige : quelquefois auſſi elles ſont ſur une tige différente ; comme on

le

le voit dans le figuier, dans le châtaignier, & dans pluſieurs autres.

III°. Il y a enfin des *eſpeces aſexes*, qui n'ont aucun ſexe ſenſible, qui ne ſont ni mâles ni femelles, qui ſe reproduiſent & ſe multiplient par cayeux, ſans aucunes fleurs, ſans aucune fécondation. Cette claſſe eſt peu nombreuſe, & encore aſſez mal connue.

Germes des végétaux.

563. OBSERVATION. Tout végétal naît d'un germe, ainſi que tout animal : ce germe eſt un reflux des ſucs nourriciers de la plante qui le produit. Par exemple, dans un chêne, le ſuperflu ou la partie redondante des ſucs de différente eſpece qui ont été élaborés dans les moules de l'arbre pour nourrir toutes ſes parties, ſe dépoſe à l'extrêmité des branches, & s'y forme en glands. Ces glands ſont au chêne, ce que l'œuf eſt à la poule : ils doivent reproduire ſon eſpece. Comme dans chaque œuf de poule ſe trouve un germe, où ſont contenus les principaux linéaments d'un petit animal, qui n'a beſoin que d'un certain degré de chaleur pour ſe développer & pour devenir un poulet; de même dans un gland ſe trouve un germe, où ſont contenus les principaux linéaments d'un végétal, qui n'a beſoin que d'un certain degré de fermentation convenable dans la terre, pour devenir un chêne. Les germes des végétaux ſe forment & ſe placent de différente maniere dans leur ſujet; mais aucun végétal n'eſt produit ſans un germe qui lui donne primitivement l'exiſtence. On voit ici que notre ſyſtême ſur la reproduction des

végétaux quelconques, arbres, arbriſſeaux, herbes, n'eſt qu'une application ou qu'un corollaire du ſyſtême des molécules organiques, que nous avons adopté dans la reproduction du genre animal (558). Le germe reproductif d'une plante quelconque n'eſt qu'une molécule organique, aſſimilée à la plante qui lui donne l'exiſtence.

La vertu reproductrice des végétaux ſe trouve ordinairement dans les graines qu'ils produiſent hors de la terre; comme dans le chêne, dans le bled, dans le chanvre: dans quelques-uns elle eſt dans leurs oignons & dans leurs griffes ou pattes qui naiſſent au ſein de la terre; comme dans les tulipes, dans les anémones, dans les renoncules: dans quelques autres, tels que les arbres, elle ſe trouve dans preſque toutes leurs parties; dans leurs ſemences, qui, reçues dans une terre convenable, y végetent & s'y convertiſſent en arbriſſeaux de même eſpece; dans leurs branches, qui, coupées & piquées en terre, deviennent *boutures*; dans leurs racines & dans leurs rejettons, qui, ſeparés du tronc & plantés en terre, font revivre l'arbre dont ils ont été arrachés.

Fleurs & fruits des végétaux.

564. DESCRIPTION. Les fleurs ſont des productions des plantes, qui, en embelliſſant la nature, ſont deſtinées à rendre féconde en fruits la plante qui les produit, & à faire naître le germe qui doit perpétuer ſon eſpece.

Quel intéreſſant ſpectacle, qu'un parterre où la nature & l'art ont réuni toutes les richeſſes du

coloris, tous les parfums des odeurs; où la vue & l'odorat, également flattés, ſemblent ravir l'ame hors d'elle-même, & la tranſporter à l'envi par-tout où elle trouve des ſources innocentes de plaiſirs! Brillants objets, votre poſſeſſeur vous contemple & vous admire en enthouſiaſte; un fleuriſte rival vous convoite avec jalouſie; une nymphe vive & légere s'empreſſe de s'embellir de vos couleurs & de s'enrichir de vos flatteuſes exhalaiſons! Pour moi, je me borne à vous obſerver en philoſophe.

La fleur en général, porte dans ſon ſein le principe d'un germe reproductif de ſon eſpece. Trois parties principales conſtituent communément ſa nature, ſavoir, un calice, une corolle, un cœur.

I°. Le *calice* eſt l'enveloppe extérieure qui ſoutient & met à couvert toutes ſes parties: il eſt communément de couleur verte; & quelquefois il ſe métamorphoſe en feuilles colorées.

II°. La *corolle* eſt la partie colorée de la fleur: elle ſemble deſtinée à embellir la nature; & à mettre à couvert des injures de l'air, le cœur de la fleur, qui eſt ſa partie la plus eſſentielle.

III°. Le *cœur* eſt le centre de la fleur: il eſt communément compoſé des étamines & du piſtil. Les *étamines* ſont des filets qui s'élevent du centre ou du ſein de la fleur, & qui ſont ſurmontés d'un petit corps qu'on nomme *ſommet*: ce ſommet contient la pouſſiere fécondante de la fleur. Le *piſtil* eſt un tuyau deſtiné à recevoir les pouſſieres des étamines, dans des cavités qu'on appelle *ſtigmates*: c'eſt-là que naît la graine. Le piſtil eſt aſſez communément placé vers le milieu ou vers le centre de la fleur,

comme dans le lys; & il communique toujours avec l'endroit où doit ſe former le germe ou la vertu reproductrice de la plante.

La fleur, en ornant la nature, nous prépare ſouvent un *fruit délicieux*, un *grain nourriſſant*, une *farine précieuſe*. Elle ſe métamorphoſe en pomme dans le pommier, en fraiſe dans le fraiſier, en grain dans le bled. Telle eſt l'admirable économie de la nature : la vertu reproductrice des plantes, ou le germe qui conſerve & multiplie leur eſpece, naît communément enveloppé d'une ſubſtance deſtinée à faire la nourriture & les délices des êtres vivants.

On remarque dans les *fruits*, les mêmes parties eſſentielles que dans les plantes; ſavoir, les peaux ou membranes, les pulpes ou chairs, les fibres ou corps ligneux. Parmi ces fruits, les uns ſont à pepin, les autres à noyau; les uns caſſants, les autres fondants; les uns farineux, les autres ligneux : les uns naiſſent à plate terre, ou dans le ſein même de la terre; les autres ſe forment dans la région de l'air, tantôt iſolés, tantôt en grappes. L'âcreté qui les caractériſe dans leur être primitif, ceſſe & s'évanouit communément, quand la chaleur du ſoleil, ou la fermentation intérieure de leurs parties, a perfectionné leur ſubſtance.

Formation des végétaux.

565. OBSERVATION. Comme l'animal ſe forme & ſe nourrit par le moyen des ſucs nourriciers que lui fourniſſent les aliments, & que modifient & transforment les différents preſſoirs, cribles, types, alambics, de la machine ani-

male (541); de même le végétal ſe forme & ſe développe par le moyen des ſucs nourriciers que lui apportent & ſes racines & ſes feuilles, & que prépare & modifie ſon organiſation.

Les plantes ſucent, pompent, abſorbent, inſpirent l'eau de la terre, par le moyen de leurs racines chevelues, qui ſont tout autant de petits tuyaux; & l'humidité de l'air, par leurs feuilles poreuſes & abſorbantes, où ſe trouve l'embouchure d'une infinité de petits conduits qui y commencent ou qui y finiſſent. Comme l'eau, par ſon affinité avec une foule de corps hétérogenes (108), en tient toujours une quantité conſidérable en diſſolution; l'eau, en s'inſinuant dans la plante, y voiture une foule de ſubſtances différentes, qui, mêlées & combinées avec elle, compoſent & la ſeve & le ſuc de cette plante.

I°. On a obſervé dans les plantes une *ſeve aſcendante* & une *ſeve deſcendante*: delà une circulation de ſeve & de ſucs nourriciers dans les plantes ou dans les végétaux; comme une circulation de ſang & d'humeurs dans les animaux. On connoît dans les arbres, des *vaiſſeaux lymphatiques*, qui voiturent la ſeve ou la nourriture commune aux différentes eſpeces; des *vaiſſeaux propres*, où coulent les ſucs particuliers à chaque eſpece d'arbre: on y ſoupçonne auſſi des *vaiſſeaux aériens*, qu'on nomme *trachées*, placés en lignes ſpirales à l'entour du tronc, & deſtinés à faciliter la circulation de la ſeve & des ſucs propres.

II°. Comme tous les ſucs de la terre ne ſont pas indifféremment propres à chaque eſpece de végétal; chaque végétal eſt organiſé d'une maniere propre à recevoir les ſucs qui lui conviennent, & à arrêter au paſſage de ſes cribles & de ſes

moules, les ſucs qui ne lui conviennent pas. Les ſucs attirés & admis dans l'intérieur de la plante, ſe triturent, ſe pêtriſſent, ſe modifient dans une foule de canaux & de cribles, qu'on pourroit comparer à l'eſtomac, aux inteſtins, aux veines lactées des animaux : la tranſpiration ſenſible & inſenſible, qui a indubitablement lieu dans le genre végétal, comme dans le genre animal, eſt l'unique ſécrétion des plantes. Les canaux de la ſeve & du ſuc, diviſés en une infinité de ramifications, comme les veines & les arteres dans les animaux, vont nourrir & ſuſtenter toutes les parties de la plante; en leur portant des ſucs élaborés d'une maniere convenable à chaque partie, au tronc, à l'écorce, aux feuilles, aux fleurs. Le ſuperflu ou la partie redondante de ces ſucs nourriciers, ſe convertit en germes, dans des réſervoirs convenables : ces germes ſont en petit, ce que la plante eſt en grand.

III°. Mais comment & par quel méchaniſme phyſique, deux plantes différentes, une renoncule & un chou, un figuier & un chêne, vont-elles choiſir, par leurs racines chevelues, dans une même terre, par leurs feuilles poreuſes & abſorbantes, dans une même maſſe d'air humide, les ſucs nourriciers qui leur conviennent ſpécialement à chacune ? Une telle ſuppoſition n'eſt-elle pas une de ces ingénieuſes chimeres qu'enfante l'imagination, & qui ne ſont fondées en rien dans la nature ? Non : cette ſuppoſition n'eſt point imaginée ſans fondement; puiſqu'elle nous eſt ſuggérée par une expérience bien ſimple & bien ſenſible.

Melez enſemble de l'eau, du vin, de l'huile, dans un grand gobelet : prenez trois bandes de

papier, imbibées, par leur extrémité, l'une d'huile, l'autre de vin, l'autre d'eau. Ces trois bandes, plongées dans le gobelet par le bout où elles ont été humectées, diſtilleront par l'autre bout hors du gobelet, chacune la liqueur dont elle eſt imbibée : l'une attirera l'huile, l'autre l'eau, l'autre le vin, ſans mêlange. Tel eſt, tel doit être conçu le *ſuçoir des plantes*, lequel recevant uniquement la ſubſtance appropriée à ſes organes & à ſa nature, rejette toutes les autres. Le figuier attire & reçoit un ſuc plus laiteux; le chêne, un ſuc plus ligneux; la renoncule, un ſuc qui ſe diverſifie en mille couleurs admirablement nuancées. Quelle nouvelle preuve en faveur des affinités ou des attractions ſpéciales que nous avons établies ailleurs! (93.)

Différentes parties des végétaux.

566. OBSERVATION. Les végétaux, à raiſon de leur grandeur, ſe diviſent en *arbres*, en *arbriſſeaux*, en *herbes* : l'organiſation générale eſt la même pour les uns & pour les autres. Pour mieux l'obſerver, nous allons l'examiner dans les arbres, où elle ſe montre plus en grand.

Dans une branche d'arbre, coupée tranſverſalement, on remarque quatre choſes principales, ſavoir, la moëlle, le bois, l'aubier, l'écorce. On obſerve la même choſe dans l'arbre entier, qui eſt en grand, préciſément ce que la branche ou le rameau eſt en petit.

I°. La *moëlle* eſt le long de l'axe du tronc cylindrique, un amas de petites logettes, ſéparées par des interſtices; une eſpece de tiſſu cellulaire, compoſé d'utricules verdâtres & pleins de ſuc. Cette moëlle, très-marquée dans

les petites branches, ſe durcit avec le tems, & diſparoît aſſez communément dans le tronc ou dans le bois bien formé.

II°. Le *bois* eſt la partie la plus dure du tronc, diviſée en couches concentriques autour de l'axe. C'eſt un amas de fibres longitudinales, fortement liées les unes aux autres par une infinité de petites fibres tranſverſales, qui du cœur ou de l'axe vont s'épanouir dans l'écorce. Le bois proprement dit, s'étend juſqu'à l'aubier.

III°. L'*aubier* eſt une couche ou une ceinture de bois imparfait & mal formé, ſituée entre le cœur & l'écorce des arbres. L'aubier differe du bois parfait, par ſa couleur & par ſa dureté : les ouvriers le rejettent, comme peu ſolide & ſujet à la vermoulure. Ce ſont les dernieres couches d'accroiſſement qu'a pris l'arbre, & qui ne ſont pas encore aſſez durcies & formées : en prenant chaque année une nouvelle couche ligneuſe entre l'écorce & l'aubier précédent, l'arbre convertit ſucceſſivement en bois ſon aubier, qui ſe condenſe & ſe durcit continuellement par la preſſion des nouvelles couches qui ſurviennent. On peut connoître aſſez aiſément l'âge d'un arbre, par ſes couches ligneuſes concentriques, placées & marquées entre l'axe & l'écorce : puiſqu'il prend chaque année une couche d'accroiſſement. Le nombre de ſes années eſt donc égal au nombre de ſes couches ou ceintures ligneuſes.

IV°. L'*écorce* eſt l'enveloppe & comme la peau de l'arbre. C'eſt dans l'écorce que réſide la principale organiſation : elle eſt compoſée de trois parties principales qui ſont le liber, l'écorce moyenne, l'épiderme.

Le *liber* eſt un amas de pellicules fines, ſem-

blables aux feuillets d'un livre, adhérentes immédiatement à l'aubier. Chaque année, au printems, cet amas de pellicules entaſſées & concentriques, ſe dégage du reſte de l'écorce, & devient une nouvelle couche de l'aubier. La ſeve, qui coule entre le liber & l'écorce moyenne, produit chaque année une nouvelle couche de pellicules entre l'écorce moyenne & le liber de l'année précédente.

L'*épiderme* eſt la peau extérieure qui enveloppe toutes les couches corticales : c'eſt une membrane très-fine, toujours tranſparente, communément ſans couleur, élaſtique & un peu poreuſe.

L'*écorce moyenne*, ſituée entre le liber & l'épiderme, eſt compoſée de fibres ligneuſes longitudinales, de vaiſſeaux propres, d'un tiſſu cellulaire : la végétation des plantes dépend principalement de ces trois choſes. Les *fibres ligneuſes longitudinales* ſont des vaiſſeaux creux où coule la ſeve : collés les uns aux autres, ſans anaſtomoſes ou ſans valvules de communication, ils forment un tiſſu de petits faiſceaux en réſeau, dont les mailles ſont plus longues que larges : ce ſont les muſcles des végétaux. Les *vaiſſeaux propres* ſont des tubes longitudinaux, collés contre les fibres ſéveuſes ou lymphatiques, & remplis d'un ſuc particulier à la plante ; tel que le lait dans le figuier, la réſine dans les pins, la manne dans certains frênes d'Italie, une huile ou un miel dans certaines fleurs. Le ſuc propre eſt comme le ſang de la plante ; il caractériſe ſes fruits : la ſeve en eſt comme la lymphe ; elle differe fort peu de l'eau pure dans certaines plantes, par exemple, dans la vigne qui pleure. Le *tiſſu cellulaire* eſt un aſſemblage

de véſicules, jointes bout à bout & côte à côte ſans communication ſenſible, & placées entre les mailles des fibres ſéveuſes.

La greffe des arbres.

567. DESCRIPTION. La greffe en général eſt l'union d'une portion de plante à une autre, avec laquelle elle fait un corps & continue de vivre. La portion qui s'unit, ſe nomme *greffe :* la portion ſur laquelle elle s'unit, s'appelle *ſujet.* On greffe de pluſieurs manieres ; en fente, en couronne, en flûte, en écuſſon, en approche : toutes ces opérations reviennent pour le fond à la même choſe, ſavoir, à tranſporter les ſucs du ſujet à la greffe, & à modifier ces ſucs dans les moules de la greffe. Un *ſauvageon* ne donne que des fruits aigres & petits : greffé d'une tige de beurré, il produira des beurrés d'une grande beauté & d'un goût délicieux. Au contraire, une greffe de ſauvageon, implantée ſur l'arbre le plus franc & aux fruits les plus exquis, ne porte plus que des fruits aigres & ſauvages. C'eſt par le moyen de la greffe, que l'art perfectionne ſans ceſſe la nature, dans les plantes qui par l'excellence de leurs fruits & de leurs fleurs, méritent le plus l'attention des hommes. Sur quoi voici quelques obſervations générales & fondamentales.

I°. Tous les ſujets venus de pepins ou de noyaux, quelque excellent que ſoit le fruit dont ils proviennent, ſont ſauvages : ils ont beſoin de la greffe, pour détruire la ſaveur âcre qui caractériſe leurs fruits. La greffe reçoit les ſucs convenables à ſa nature, & rejette ceux qui lui ſont trop étrangers.

II°. Le ſauvageon que l'on veut greffer, doit être d'une nature un peu analogue avec la greffe qu'il doit recevoir. C'eſt pour cette raiſon que les greffes de pepin ſur noyau, ou de noyau ſur pepin, ne réuſſiſſent pas ; que les arbres dont la ſeve ſe met en mouvement en des tems différents, dont la fleuraiſon & dont la maturité des fruits ſont trop éloignées, ne réuſſiſſent pas mieux ; enfin que les arbres dont la nature eſt trop diſparate, ſoit pour la qualité des ſucs propres, ſoit pour la dureté ſpécifique du bois, ſoit pour la ſtructure trop hétérogene des écorces, greffés l'un ſur l'autre, fruſtrent immanquablement l'attente du cultivateur.

III°. Pour que la greffe ait lieu, il n'eſt pas néceſſaire que le ſujet ſoit ſauvage : une greffe conſerve & perfectionne le goût de ſon fruit, en végétant ſur un arbre cultivé. Le ſujet ne dénature point l'eſpece de la greffe ; une greffe de beurré, par exemple, entée ſur un ſujet analogue quelconque, ne donne jamais que des beurrés : mais un *ſujet franc* donne plus de fineſſe & de ſaveur aux fruits de la greffe, qu'un *ſujet ſauvage* de même eſpece.

IV°. On avoit cru ſur la foi de certains ouvrages d'agriculture, qu'on pourroit parvenir à produire des fruits extraordinaires & ſinguliers, en greffant certains arbres fruitiers ſur d'autres arbres non analogues ; par exemple, le poirier ſur prunier ou ſur chêne, le pêcher ſur noyer ou ſur ſaule, le mûrier ſur coignaſſier ou ſur figuier, & ainſi du reſte : mais l'expérience a fait évanouir ces eſpérances chimériques.

568. EXPLICATION. Toute greffe eſt une petite plante, parfaitement ſemblable pour l'orga-

niſation, à l'arbre dont elle a été détachée : elle doit donc conſerver ſur le ſujet où elle eſt implantée, ſa nature primitive. Le ſujet, d'une nature aſſez analogue à celle de la greffe, va puiſer au ſein de la terre par ſes racines chevelues, la même ſeve & les mêmes ſucs nourriciers qu'il y puiſoit avant d'être greffé. Cette ſeve & ces ſucs tendant à circuler dans la plante qui les attire, & à ſe porter plus avant que le point où eſt fixée la greffe, font effort pour s'ouvrir un paſſage à travers les vaiſſeaux lymphatiques & à travers les vaiſſeaux propres de la greffe. Dans ce torrent de ſeve & de ſuc qui ſe préſente à l'orifice des pores & des vaiſſeaux de la greffe, il n'y a que la partie analogue à la ſeve & aux ſucs de cette greffe, qui puiſſe s'inſinuer dans ſon ſein, ſe filtrer à travers ſes vaiſſeaux, y circuler & s'y transformer en ſa nature. La partie hétérogene de la ſeve & des ſucs du ſujet, franc ou ſauvage, eſt arrêtée & rejettée; ſoit faute de paſſages propres à l'admettre, ſoit faute d'affinité propre à l'attirer. (565.)

La greffe & le ſujet, pour réuſſir enſemble, doivent avoir un rapport de nature, de fleuraiſon, de maturité de fruits: la raiſon en eſt facile à ſaiſir. Quand le ſujet & la greffe ſont de nature trop diſparate, le ſujet ne fournit à la greffe que des ſucs qui ne conviennent nullement à ſa nature, & qui ne ſont point propres à ſe transformer en ſa ſubſtance. C'eſt, pour ainſi dire, comme ſi on vouloit nourrir un pigeon ou un poulet, du foin qui nourrit un cheval, ou des cadavres dont ſe feſtinent les animaux carnaciers. Quand la ſeve de la greffe commence à ſe mettre en mouvement avant celle du ſujet,

la greffe diſſipe ſa ſubſtance par la tranſpiration, ſans la réparer par la nutrition. Quand la fleuraiſon de la greffe & du ſujet ſont fort éloignées l'une de l'autre, les ſucs deſtinés à produire les fleurs & enſuite les fruits, manquent à la greffe au tems précis où elle en a beſoin : ſa fertilité eſt donc néceſſairement anéantie. Quand la maturité des fruits de la greffe eſt notablement plus tardive que celle des fruits du ſujet, le ſujet ceſſe de voiturer & d'élaborer des ſucs nourriciers, dans le tems où il ceſſeroit naturellement d'en avoir beſoin pour ſes fruits propres : les fruits de la greffe périront donc, faute de nourriture.

Mais quand le ſujet & la greffe ſont aſſez analogues dans leur nature, dans leur fleuraiſon, dans la maturité de leurs fruits ; on a la ſurpriſe & le plaiſir de voir naître & mûrir ſur les principales branches d'un même ſujet, transformées par la greffe en autant d'arbres différents, pluſieurs eſpeces différentes de fleurs & de fruits, qui feront alternativement les délices de l'œil, de l'odorat, & du goût.

QUATRIEME SECTION.

THÉORIE DU REGNE MINÉRAL.

569. DESCRIPTION. Le *Minéral* eſt un corps foſſile, qui prend naiſſance dans les entrailles de la terre, qui n'a rien de commun avec l'organiſation des animaux & des végétaux, qui ſe forme par coagulation & par juxta-poſition, ſans aucune végétation intrinſeque. Tels ſont les métaux, les pierres, le ſoufre, certaines huiles & certains bitumes qui ſe forment dans le ſein de la terre. En général,

I°. On nomme *minéraux*, toutes les ſubſtances ſolides ou liquides, qui naiſſent & ſe forment ſans végétation, dans les gouffres des volcans, dans l'intérieur des différentes mines, dans les entrailles quelconques de la terre.

II°. On nomme *foſſiles*, les ſubſtances minérales qu'on extrait du ſein des mines, du ſein de la terre : *quæcumque naſcuntur in fodinis, & ex fodinis extrahuntur.*

Il y a des *foſſiles propres* à la terre ; *foſſilia nativa :* ce ſont ceux qui prennent naiſſance dans le ſein de la terre par juxta-poſition & ſans végétation ; tels que les métaux, les pierres, les ſels, les ſoufres, les bitumes.

Il y a auſſi des *foſſiles étrangers* à la terre ; *foſſilia heteromorpha :* ce ſont des corps qui ont primitivement appartenu au regne animal ou végétal, & qui ont été engloutis dans le ſein de la terre, où les uns ont conſervé leur nature

primitive, & les autres ſe ſont ou pétrifiés, ou minéraliſés, ou autrement altérés.

III°. Les ſubſtances métalliques pures, s'appellent ſimplement *métaux :* les ſubſtances métalliques alliées avec des matieres hétérogenes, qui ſont le plus ſouvent le ſoufre & l'arſenic, ſe nomment *métaux minéraliſés :* les matieres hétérogenes, qui ſont combinées avec les ſubſtances métalliques, ſe nomment *minéraliſateurs :* les ſubſtances dans leſquelles naiſſent & ſe forment les minéraux, s'appellent *matrice* de ces minéraux.

Mines métalliques.

570. OBSERVATION. On trouve en différents endroits dans les entrailles de la terre, des mines métalliques de toute eſpece, ou des compoſés naturels qui contiennent les métaux parfaits & imparfaits & les demi-métaux (128), alliés avec différentes ſubſtances hétérogenes. Ces mêlanges, que produit la nature dans ſes ateliers ſouterreins, n'ont point les propriétés métalliques dans l'intérieur de la terre : pour leur donner ces propriétés métalliques, il faut les dégager des minéraliſateurs, avec leſquels ils ſont alliés ou combinés dans la mine qui leur ſert de matrice, & qui ſerpente communément dans la terre en *filons* & en rameaux de différente grandeur & de différente figure. Les filons ſont d'autant plus riches dans leur eſpece, qu'ils contiennent plus de ſubſtance métallique & moins de ſubſtance minéraliſante. Quand quelquefois on trouve des métaux purs dans leur eſpece, des métaux pourvus de leurs propriétés métalliques, des métaux non minéraliſés ou non com-

binés avec des ſubſtances étrangeres, ces métaux ſe nomment *métaux natifs*; par exemple, or natif, argent natif, cuivre natif: on en trouve fort peu de cette nature.

I°. Les charlatans & les ignorans cherchent les mines par le moyen de la *baguette divinatoire*: moyen chimérique, qui n'eſt pas plus propre à découvrir les mines & les ſources, qu'à faire connoître les voleurs & les receleurs. Les phyſiciens ſoupçonnent l'exiſtence des mines métalliques dans un ſol, quand ils voient ſur ce ſol, des pierres ſpatzeuſes ou quartzeuſes, des plantes maigres, languiſſantes, décolorées: parce que les quartz & les ſpatz ſont les pierres qui ſervent communément de matrice aux matieres métalliques, & que les vapeurs ſulphureuſes & métalliques qui s'exhalent du ſein des mines, rendent le terrein voiſin infertile. Mais le ſeul moyen propre à décider avec certitude l'exiſtence des mines dans un ſol, eſt la *fouille* des terres où l'on en ſouppçonne quelqu'une.

II°. Dans les mines métalliques, le métal eſt combiné avec une quantité de ſoufre, d'arſenic, de terre non-métallique; & ce mêlange s'appelle *minerais*. Quand la quantité de métal eſt aſſez conſidérable pour qu'on puiſſe l'en extraire avec profit, ce mêlange s'appelle *mine*. Quand la quantite de ſoufre, d'arſenic, de terre non-métallique, eſt trop dominante, ce mêlange prend d'autres noms relatifs à ſa nature: il s'appelle aſſez ſouvent *pyrite*, eſpece de pierre à feu. La mine porte communément le nom du métal qui, étant extrait, donne le plus de profit: ainſi un mêlange de cuivre & d'argent ſera appellé *mine d'argent*, ſi la quantité d'argent qu'on en tire, vaut plus

que

que la beaucoup plus grande quantité de cuivre, qui lui eſt mêlée.

III°. Quand, après avoir découvert & eſſayé la mine, on juge qu'elle mérite d'être exploitée, on arrache & on concaſſe le minéral : le lavage emporte d'abord une partie des ſubſtances terreuſes ; enſuite le feu met en fuſion les ſubſtances métalliques, conſume les ſubſtances ſulfureuſes & arſenicales, épargne & ſépare les ſubſtances terreuſes & pierreuſes qui ne ſe fondent pas : on a donc le métal iſolé, lequel, par ſa peſanteur & par ſa fuſibilité, ſe raſſemble au fond du vaſe où fut placé le *minerais*.

IV°. Si ce métal, extrait du fond du vaſe, eſt un mêlange d'or, de cuivre & d'argent ; il eſt facile de faire la ſéparation de ces trois métaux, par le moyen de la fonte, de la coupellation, des diſſolvants ou *menſtrues*. En fondant ce mêlange ſur un feu très-ardent, le cuivre, plus léger, prendra le deſſus, ſe calcinera, ſe ſcorifiera, ſe vitrifiera : il ne reſtera plus que l'or & l'argent, que l'action du feu ne décompoſe point. En verſant de l'eau-forte ſur la maſſe reſtante d'or & d'argent, on mettra l'argent en diſſolution, & l'or ne ſera point attaqué (115) : il ſera donc facile de ſéparer l'un de l'autre. Nous ne prétendons ici qu'indiquer la théorie des principes, ſans nous attacher à ſuivre les progrès & l'économie des opérations & des manipulations.

Mines d'or.

571. OBSERVATION. L'or n'eſt alliable ni avec le ſoufre, ni avec l'arſenic : c'eſt pourquoi on ne le trouve jamais minéraliſé directement avec ces

deux ſubſtances, qui ſont les communs minéraliſateurs des autres métaux. Quand l'or ſe trouve uni avec des ſubſtances métalliques minéraliſées par le ſoufre & l'arſenic, la quantité d'or eſt communément ſi petite, que la mine ne peut porter que très-improprement le nom de mine d'or. Les mines d'or ſont donc compoſées, ou d'or pur, diſperſé dans des pierres & dans des terres qui lui ont ſervi de matrice; ou d'or mêlé avec d'autres ſubſtances métalliques, avec leſquelles il a de l'affinité. Il y a des mines d'or dans les quatre parties du monde; mais les plus riches que l'on connoiſſe, ſont dans le Mexique & dans le Pérou.

I°. L'or ſe trouve pur dans quelques mines: c'eſt un or natif. Il eſt enchâſſé en petites maſſes de différente figure & de différente grandeur, dans des pierres qui lui ſervent de matrice: les plus communes ſont celles qu'on nomme quartz. C'eſt delà que viennent les grains & les paillettes d'or que roulent dans leurs ſables certains fleuves, leſquels, en coulant à travers certaines petites mines d'or, en détachent & en entraînent ſucceſſivement quelques portions. Les paillateurs, ou orpailleurs, en ramaſſent beaucoup dans ces ſables en Guinée & au Pérou, où ſe trouvent des ſables très-abondants en or. On trouve auſſi de l'or pur dans la pierre cornée, dans des maſſes de fer, de cuivre, d'argent, où il a ſes petites logettes à part.

II°. L'or ſe trouve auſſi quelquefois dans la mine, mêlé & combiné avec d'autres métaux, par exemple, avec l'argent ou avec le cuivre. Dans ce cas, après avoir exploité la mine, on ſépare les ſubſtances métalliques. (570.)

III°. Quand on a des mines d'or natif, où l'or eſt mêlé & confondu avec les pierres & les terres qui lui ont ſervi de matrice, on le ſépare & on le dégage de ces ſubſtances en cette maniere. Après avoir concaſſé & broyé le minerais, on emploie d'abord le lavage à l'eau, qui emporte la plus grande partie de ce qui n'eſt point or, comme plus léger. On fait enſuite un ſecond lavage avec du mercure, lequel, par une affinité marquée avec l'or, s'empare de ce métal, s'unit & s'amalgame avec lui, & le ſépare exactement de toutes les matieres pierreuſes & terreuſes avec leſquelles ce même mercure n'a aucune affinité & ne peut contracter aucune union. Dans un grand baſſin de pierre ou de grès, l'or & le mercure vont au fond; les matieres pierreuſes & terreuſes ſurnagent. On exprime enfin ce mercure chargé d'or, à travers des peaux de chamois. La plus grande partie du mercure s'échappe par les pores; & l'or reſte dans ces peaux, encore uni avec une portion de mercure que retient plus fortement ſon affinité avec ce métal. Mais on l'en débarraſſe facilement, en l'expoſant à un degré de chaleur convenable: le mercure ſe diſſipe en vapeurs par l'effet de cette chaleur, à cauſe de ſa volatilité; & l'or demeure, à cauſe de ſa fixité (9, 167, 170). Telle eſt, pour le fond des choſes, la maniere dont on retire l'or des riches mines de ce métal, au Mexique & au Pérou.

IV°. L'or varie par la dureté, par la couleur, par la peſanteur. Le plus peſant, eſt celui qui eſt le plus pur; & le plus pur eſt l'or de coupelle, dont le pied cube peſe environ 1374 livres (644).

L'or d'Europe eſt plus haut en couleur que celui d'Amérique.

La pureté de l'or s'eſtime par *karats*, meſure idéale & proportionnelle, imaginée pour évaluer les différents degrés d'alliage. L'or pur étant ſuppoſé peſer 24 karats ou ſcrupules, l'or que l'on examine eſt d'autant moins pur, que ſa peſanteur eſt plus au-deſſous de ce point fixe. L'or à 23 karats, renferme vingt-trois parties d'or & une partie d'alliage.

V°. L'or diſſous dans une ſuffiſante quantité d'eau-régale faite avec de l'eſprit de nitre & du ſel ammoniac, préſente le plus merveilleux & le plus terrible phénomene de la chymie, une exploſion égale ou ſupérieure à celle du tonnerre. Le méchaniſme phyſique de ce phénomene eſt très-difficile à ſaiſir; & je doute qu'aucun phyſicien en puiſſe donner une explication bien ſatisfaiſante. Nous en dirons quelque choſe, en parlant de la poudre fulminante. (822.)

VI°. L'or a inconteſtablement un mérite intrinſeque de beauté & d'agrément : mais on n'a encore découvert dans lui aucune des vertus médicales & ſalutaires que lui attribuent les charlatans. L'*or potable* peut embellir une couleur ; mais il ne peut procurer aucun ſoulagement au malade qui l'avale : parce que cet or en poudre ou en feuille, ne peut agir dans le corps humain qu'en ſe diſſolvant ; & qu'il n'y a rien dans le corps humain, qui puiſſe le mettre en diſſolution. L'or peut être diſſous dans l'eau-régale, & même dans d'autres acides ; mais alors c'eſt un corroſif funeſte & deſtructeur. Les huiles eſſentielles & les liqueurs éthérées peuvent enlever

cet or à l'eau-régale ou aux autres acides qui le tenoient en diſſolution: mais alors, ces huiles eſſentielles, ces liqueurs éthérées, ne ſont plus que des teintures d'or; où l'or eſt en nature, diviſé en molécules infiniment petites qui, ſuſpendues dans une liqueur huileuſe ſans être combinées avec elle, ne lui donnent pas plus de vertu, que ſi elles y étoient ſimplement en maſſe.

Mines d'argent.

572. OBSERVATION. Il y a des mines d'argent dans les quatre parties de la terre; mais les plus riches que l'on connoiſſe, ſont en Amérique, dans le Mexique & dans le Pérou. Les filons de la fameuſe mine qui ſe trouve auprès de Potoſi, étoient d'abord à une très-petite profondeur: maintenant il faut les chercher & les ſuivre dans de profondes cavités, où l'on n'arrive qu'après plus de quatre cents marches de deſcente. C'eſt dans ces antres ſouterreins, dans ces tombeaux déſtructeurs, que la funeſte cupidité acheve d'enſevelir & de détruire les malheureux reſtes des anciens habitants de ces contrées, qui avoient échappé au fer Européen. Il y a auſſi pluſieurs mines d'argent en Europe: une des plus conſidérables eſt celle de Salſeberyt en Suede. A Sainte-Marie-aux-Mines, en Lorraine, il y a pluſieurs mines de cuivre & de plomb tenant argent. On ſoupçonne auſſi des mines entre Valence & Lyon, où le long du Rhône une foule de gens s'occupent avantageuſement à cueillir des paillettes d'or & d'argent dans les ſables que roule ce fleuve.

I°. Il y a des mines d'argent natif ou d'argent vierge: il ſe trouve enchâſſé dans les pierres qui

lui ont ſervi de matrice, tantôt en petits blocs, tantôt en filaments; là en feuilles ou en plaques, ici en végétation aſſez ſemblable à un petit arbriſſeau.

II°. Il y a auſſi des mines d'argent, où ce métal ſe trouve minéraliſé par le ſoufre & par l'arſenic. L'action du feu diſſipe ou conſume ces deux minéraliſateurs, & laiſſe l'argent en nature.

III°. Il y a enfin des mines de métaux ſubalternes tenant argent: telles ſont pluſieurs mines de cuivre & de plomb, auxquelles ſe trouve unie une quantité plus ou moins conſidérable d'argent.

IV°. La pureté de l'argent s'eſtime en *deniers*, comme celle de l'or s'eſtime en karats. L'argent le plus pur & le plus fin eſt de 12 deniers; & le denier, de 24 grains. L'argent de nos écus eſt à 11 deniers; c'eſt-à-dire, qu'il a un douzieme d'alliage. Le pied cube d'argent pur, ou d'argent à 12 deniers, peſe 776 livres. (674.)

V°. L'argent, ainſi que l'or, n'a aucune vertu médicale, pris intérieurement. La *pierre infernale* n'eſt autre choſe qu'une diſſolution d'argent & d'eau-forte. L'argent le plus pur, diſſous par l'acide nitreux, donne des cryſtaux qui, étant fondus & enſuite jettés au moule, produiſent ce fameux cauſtique, ſi utile pour corroder les chairs.

Mines de platine.

573. OBSERVATION. Dans le bailliage de Choco au Pérou, & à Santafé près de Carthagene dans le Mexique, on a trouvé des mines d'un métal nouveau, que l'on nomme *pla-*

tine. Ce métal, l'un des métaux parfaits, approche de l'or, par ſa peſanteur; de l'argent, par ſa couleur; du fer, par ſa dureté; des pierres, par ſon infuſibilité. Plongé dans l'eau, il ne perd qu'environ un dix-huitieme de ſon poids: expoſé cinq jours & cinq nuits dans l'endroit le plus ardent d'un feu de reverbere, il reſta toujours infuſible & inaltérable; mais le feu du miroir ardent en fondit une petite partie dans l'eſpace d'une minute. Parmi les acides, la ſeule eau-régale peut le diſſoudre, mais plus difficilement que l'or.

La platine s'allie plus ou moins facilement avec tous les métaux, en les faiſant fondre enſemble à poids égal; & elle a la propriété ſinguliere de les durcir, de les roidir, de les garantir de la rouille, de les empêcher de ſe ternir, de les rendre ſuſceptibles d'un poli parfait & inaltérable à l'action de l'air & de l'humidité. Ce métal ne ſeroit-il point deſtiné à nous donner des téleſcopes ſupérieurs à tous ceux que nous avons?

Mines de mercure.

574. OBSERVATION. Le *mercure*, ou le *vif-argent*, ſe trouve dans ſes mines propres, dans toutes les contrées du monde, quelquefois coulant & ſans être minéraliſé, dépoſé ſimplement dans des pierres & dans des terres qui ſemblent lui avoir ſervi de matrice; le plus ſouvent compacte, ſous la forme de *cynabre*, minéraliſé par le ſoufre, & jamais par l'arſenic. Il eſt coulant & non minéraliſé, dans la mine de mercure qui ſe trouve auprès de Montpellier, dans celle de Toſcane, & dans quelques autres. Les deux plus

fameuſes mines de mercure, ſont celle d'Almaden en Eſpagne, & celle de Guanca-Bélica au Pérou. C'eſt de cette derniere qu'on retire l'immenſe quantité de mercure, qu'on emploie à la purification & à l'exploitation de l'or & de l'argent des mines de ces contrées. (571.)

Pour ſéparer le mercure minéraliſé, du ſoufre qui eſt ſon minéraliſateur; on mêle le minéral avec des ſubſtances qui ont plus d'affinité avec le ſoufre qu'avec le mercure, qui s'emparent du ſoufre & le dégagent du mercure. Ces ſubſtances ſont la chaux, les terres calcaires, le fer, le cuivre, l'étain, le plomb, &c.

Mines de fer.

575. OBSERVATION. Le plus utile de tous les métaux, le *fer*, eſt auſſi celui que l'Auteur de la nature a placé en plus grande quantité & à une moindre profondeur, dans les entrailles de la terre. On en trouve de très-riches mines en France, en Angleterre, en Allemagne, en Suede, en Aſie, en Afrique, & même en Amérique, où elles ſont plus rares. Mais on ne connoît point de contrée au monde, qui en ait une auſſi grande quantité de la meilleure eſpece, que la Suede. La plus remarquable & la plus riche, c'eſt la montagne de Taberg, d'une lieue de circonférence ſur quatre cents pieds de hauteur perpendiculaire: ce n'eſt autre choſe qu'une mine de fer très-riche, iſolée & poſée ſur un lit de ſable. Le fer, dans la mine, eſt ſuſceptible de toutes les formes & de toutes les couleurs, ſelon la nature de ſes minéraliſateurs, des diverſes ſubſtances qui lui ſervent de matrice, des dif-

férents métaux auxquels il eſt uni. L'uſage du fer eſt connu dès les premiers tems du monde.

I°. Extrait des mines, concaſſé & écraſé ſous les marteaux, dégagé de ſes terres par le lavage, le minerai de fer, ou le fer minéraliſé, ſe réduit en fuſion à l'aide d'un fondant & d'un feu violent entretenu à force de charbon. La matiere métallique, fuſible & plus peſante, occupe le fond de la chaudiere: la matiere terreuſe & pierreuſe, infuſible & plus légere, ſurnage & occupe la ſurface: delà réſulte le fer de fonte, fer groſſier & caſſant, encore uni & combiné avec une foule de parties étrangeres à la ſubſtance métallique.

II°. Pour purifier le fer, on le fait paſſer par la forge de l'affinerie: on le fond de nouveau: on le bat enſuite en tout ſens ſur des enclumes, à l'aide d'une marteau de cinq ou ſix cents livres peſant: alors il devient malléable. Par le moyen du martelage, on le convertit en barres de toute figure: on peut le réduire en feuilles, qu'on enduit d'étain pour le préſerver de la rouille; c'eſt le fer-blanc. On peut le filer & le réduire à la fineſſe d'un cheveu, comme l'or & l'argent (24): c'eſt alors le fil-d'archal.

III°. Ce fer battu & purifié n'eſt point encore l'acier; mais il eſt propre à le devenir. L'*acier* n'eſt qu'un fer purifié & perfectionné, que l'art fait imprégner d'une quantité conſidérable de matiere inflammable par le moyen de la cementation: la trempe acheve enſuite de lui donner les propriétés que nous obſervons dans ce métal. Dans cet état, il eſt dur, ſonore, & très-élaſtique: il forme tous les outils tranchants. Quelques auteurs parlent de mines d'acier: mais

ces ſortes de mines ne doivent être regardées que comme des mines de fer qui donnent de l'acier dès la premiere fuſion ; parce qu'elles ſont très-pures, & dégagées de ſubſtances étrangeres & nuiſibles à la perfection du fer.

IV°. Il y a des mines de *fer-aimant* : on ne les exploite point pour en retirer du fer ; parce que ce minéral, plus pierreux que métallique, entre difficilement en fuſion, & ne donne qu'une fort petite quantité de mauvais fer. Tous les pays qui ont des mines de fer, ont auſſi du minerai d'aimant : c'eſt de là que l'on tire les fameuſes pierres d'aimant, dont nous parlerons ailleurs. (592.)

V°. Il y a auſſi des mines de fer, qu'on appelle *pierre ſanguine* ou *pierre hématite*. Le minerai de ces mines eſt très-riche, très-brillant, très-compacte, très-dur, & nullement attirable par l'aimant : il donne quelquefois ſoixante & juſqu'à quatre-vingt livres de fer par quintal : mais ce fer, très-caſſant, ne peut être rendu malléable que par ſon mêlange avec un fer plus pauvre & plus doux. Il y a des mines de pierre hématite en Eſpagne, en Toſcane, en Allemagne & ailleurs : c'eſt de ces mines qu'on tire les pierres ſanguines, dont ſe ſervent les orfevres & les doreurs pour brunir.

Mines de cuivre, d'étain, de plomb.

576. OBSERVATION I. Le cuivre eſt, de tous les métaux imparfaits, celui qui approche le plus de l'or & de l'argent pour la dureté & la ductilité ; & qui s'en éloigne le plus pour l'inaltérabilité. Ce métal, qu'on nomme *roſette* dans ſon plus grand état de pureté, eſt rougeâtre, éclatant, très-dur, très-ſonore, ductile & malléable :

mais il eſt ſi facile à ſe rouiller & à s'altérer, que tous les diſſolvants, tels que l'eau, les huiles, les acides, ont priſe ſur lui, le décompoſent, & le colorent en verd. Ce verd, qu'on nomme *verd-de-gris*, eſt un vrai poiſon : ce qui rend les vaſes de ce métal ſi dangereux dans les cuiſines.

Le cuivre ſe trouve dans ſes mines, au ſein de la terre, ſous trois formes différentes. Premiérement, en cuivre natif ou vierge, différemment arboriſé & ramifié, mais beaucoup plus rarement que l'argent. Secondement, en forme de chaux, de verd-de-gris, de précipités : c'eſt un cuivre preſque pur & peu minéraliſé, que des matieres ſalines, l'action de l'air, l'attraction de l'eau & des terres, ont ſucceſſivement corrodé, diſſous, calciné, précipité. Troiſiémement, en minéral véritable, combiné avec le ſoufre & l'arſenic, avec d'autres ſubſtances métalliques, & mêlé avec des terres & des pierres qui lui ont ſervi de matrice. C'eſt dans ce dernier état qu'on le trouve le plus communément dans les mines.

577. OBSERVATION II. Quoiqu'il y ait un grand nombre de mines d'étain & de plomb dans toutes les parties du monde, il eſt rare qu'on y trouve de l'étain ou du plomb natif, pur & malléable : ces deux métaux imparfaits ſont preſque toujours minéraliſés, le premier principalement par le ſoufre, le ſecond principalement par l'arſenic.

La province de Cornouaille en Angleterre eſt très-riche en mines d'étain, & l'étain en eſt très-pur : on ne connoît point encore de mines de ce métal en France. Il y a très-peu de mines de plomb, qui ne contiennent de l'argent. La calci-

nation des métaux préſente un phénomene ſingulier, dont nous parlerons ailleurs. (604.)

Les filons des mines de plomb & d'étain, ainſi que les filons de toutes ſortes de mines, n'ont communément d'autre direction, que la pente des terreins où ils ſe trouvent.

Mines des demi-métaux.

578. OBSERVATION. Tous les *demi-métaux*, ſavoir, l'antimoine, le biſmut, le cobath, le zinc, l'arſenic, ont auſſi leurs mines plus ou moins abondantes, plus ou moins communes, dans le ſein de la terre, dans toutes les contrées du monde. Ils naiſſent & ſe forment dans différentes ſubſtances compactes & peſantes, qui leur ſervent de matrice. Leurs principaux minéraliſateurs ſont le ſoufre & l'arſenic : la combinaiſon variée de ces deux minéraliſateurs, diverſifie la nature des demi-métaux, qu'on extrait principalement du ſein des pyrites.

I°. L'*antimoine* eſt une ſubſtance demi-métallique, d'une couleur brillante & plombée, dont les maſſes totales n'ont point de forme réguliere, mais ſont compoſées de longues aiguilles fragiles, appliquées dans leur longueur les unes ſur les autres. Ce minéral ſe trouve ordinairement mêlé avec des matieres étrangeres, pierres, ſables, métaux, ſels, & autres ſubſtances de toute eſpece. La partie demi-métallique de ce minéral, ſéparée du ſoufre qui la minéraliſe, & des autres ſubſtances qui lui ſervent comme de matrice, eſt ce qu'on nomme *régule d'antimoine*, lequel fondu, refroidi & criſtalliſé lentement & librement, prend la figure d'une étoile

rayonnante (134). Pour ſéparer la partie métallique, des ſubſtances étrangeres auxquelles elle eſt unie dans la mine ; on met le minerai dans des pots de terre percés de quelques trous, & on arrange ces pots dans un fourneau qu'on chauffe fortement. Comme cette ſubſtance métallique eſt très-fuſible, elle ſe liquéfie, coule par les trous du fond des pots, ſe ſépare de la terre & des pierres plus infuſibles, & eſt reçue dans d'autres pots placés deſſous & garantis d'une trop grande chaleur : c'eſt l'antimoine qu'on met par pains dans le commerce. Les pays qui fourniſſent le plus d'antimoine, ſont la Hongrie & l'Auvergne. L'art eſt parvenu à maîtriſer ce dangereux minéral, & à lui faire produire les ſalutaires effets de vomitif, de purgatif, ou de ſimple altérant. L'antimoine eſt auſſi d'un grand uſage dans les arts ; il ſert à purifier l'or, à polir les verres ardents : mêlé au cuivre, il rend le ſon des cloches plus fin : mêlé en petite quantité avec le plomb, il forme les caracteres d'imprimerie ; &c.

II°. Le *biſmut*, qu'on nomme auſſi *étain de glace*, eſt une ſubſtance demi-métallique, aſſez reſſemblante au régule d'antimoine, formée d'un aſſemblage de feuillets grouppés en cubes, fort peſante & fort caſſante, d'une couleur blanchâtre, qui tire un peu ſur le rouge quand elle a été expoſée à l'air. Diſſous dans l'eau-forte, & précipité par la ſimple addition de l'eau, le biſmut ſe convertit en une chaux blanche, qu'on nomme *blanc d'Eſpagne ;* matiere qui ſert ſi ſouvent de maſque brillant à certains viſages, qui ont leurs raiſons pour ne pas ſe montrer eux-mêmes ; & que la vapeur du foie de ſoufre, de l'ail

écraſé, de différentes matieres en putréfaction, peut aiſément noircir ſur les antiques ou récents médaillons qui en ſont verniſſés & enluminés. Diſſous dans l'eau-forte, le biſmut donne une *encre de ſympathie*, avec laquelle on écrit ſans qu'il reſte la moindre empreinte apparente. Mais ces caracteres inviſibles, enduits d'une légere couche de foie de ſoufre diſſous dans l'eau, ou ſimplement expoſés à la vapeur du foie de ſoufre, deviennent liſibles: parce que le phlogiſtique du ſoufre reſſuſcite la terre du biſmut, calcinée par l'acide nitreux; & s'applique même par ſurabondance à cette terre, qu'il colore d'autant plus qu'il y eſt en plus grande abondance.

III°. Le *cobalt* eſt une ſubſtance demi-métallique, qui n'a point de figure déterminée, d'une couleur cendrée ou noirâtre plus ou moins brillante, d'un grain fin, compacte & ſerré, d'un tiſſu tantôt ſtrié ou grainu, tantôt écailleux ou cryſtalliſé; & dont la ſurface eſt couverte d'une pouſſiere ou efflorescence, de couleur de fleur de pêcher, quand il a été quelque tems expoſé à l'air. La ſubſtance métallique du cobalt, dégagée de ſes minéraliſateurs, calcinée & vitrifiée au feu, donne ce bleu précieux qu'on nomme *azur* ou *bleu d'émail*, ou *verre de cobalt*; ſubſtance ſi utile dans la peinture pour la faïance & pour la porcelaine, dans la teinte des émaux, & dans le bleu d'empois. Le cobalt, diſſous dans l'eau-régale, forme une *encre de ſympathie* très-curieuſe, dont les caracteres, alternativement viſibles & inviſibles, paroiſſent quand on les chauffe, & diſparoiſſent par le ſeul refroidiſſement.

IV°. Le *zinc* eſt une ſubſtance demi-métallique, d'un blanc brillant & tirant un peu ſur le

bleu, moins aigre & approchant plus de la ductilité que tous les demi-métaux, moins fusible que l'étain & le plomb, capable de s'enflammer en entier quand elle est bien pure, & donnant dans cette inflammation une flamme infiniment plus vive, plus lumineuse, plus éblouissante, que celle d'aucune substance inflammable. Le zinc, allié avec le cuivre rouge, lui donne une couleur jaune qui approche beaucoup de la couleur de l'or : c'est le *similor* ou le *pinchebec*. Mêlé aux substances qui composent les feux d'artifice, il en fait le plus brillant éclat.

V°. L'*arsenic* est une substance demi-métallique, pesante, volatile, saline, très-fusible, extrêmement caustique & corrosive : ce qui la rend un des poisons les plus violents. L'arsenic de mine, ou primitif, est d'un gris noirâtre, d'un tissu grainelé & feuilleté, peu compacte, mais fort pesant, brillant dans l'endroit de la fracture. L'arsenic, tel qu'il est dans le commerce, n'est autre chose que la fleur du régule d'arsenic, ou sa chaux métallique, séparée des substances étrangeres à sa nature. Cette matiere est unique dans son espece : elle est en même tems terre métallique & substance saline, également volatile sur le feu & dissoluble dans l'eau. Les chaux de tous les autres métaux & demi-métaux, sans en excepter l'antimoine, sont inodores, insipides, sans action sur notre corps, quand elles ont été parfaitement calcinées. L'arsenic au contraire, réduit en chaux le plus parfaitement qu'il soit possible, conserve toujours une très-forte odeur d'ail, excite sur la langue une impression d'âcreté & de chaleur, corrode extérieurement les parties sur lesquelles on l'applique ; & pris intérieure-

ment, fait l'effet d'un poiſon très-corroſif & très-violent.

Mines des pyrites.

579. OBSERVATION. Les pyrites ont trop de rapport avec les métaux & les demi-métaux, pour en être ſéparées. Les *pyrites* ſont des ſubſtances minéraliſées, plus ou moins compactes, peſantes & cryſtalliſées, qui ſerpentent en veines immenſes & très-profondes dans les entrailles de la terre, & qui accompagnent preſque toujours les mines métalliques. Elles ſont compoſées, comme les mines métalliques, de ſubſtances minéraliſées par le ſoufre & par l'arſenic, & d'une terre non-métallique intimément unie avec ces deux minéraliſateurs, & aſſez ſouvent mêlée & combinée avec une petite quantité de ſubſtances vraiment métalliques. La propriété caractériſtique des pyrites, c'eſt de ſe détruire au feu & de tomber en efflorescence; c'eſt-à-dire, de ſe réduire en une eſpece de matiere poudreuſe, qui réſulte d'une deſſication & d'une décompoſition de leurs parties. Les pyrites ſe nomment ou ſulfureuſes, ou cuivreuſes, ou arſenicales, ou ferrugineuſes, ou alumineuſes, ſelon la diverſité de leurs principes dominants. Les pyrites ſulfureuſes, qu'on nomme auſſi *pierres à feu*, éclatent en étincelles bleues d'une odeur forte, quand on les frappe avec le briquet.

Les pyrites ne ſont pas regardées comme des mines métalliques : parce qu'en général elles contiennent peu de ſubſtance métallique; que ce qu'elles contiennent de métallique, eſt très-difficile à retirer, & fort peu précieux. Mais elles ne laiſſent pas d'avoir leur utilité : puiſque c'eſt

c'eſt de leur ſein qu'on extrait les vitriols verd & bleu, une grande partie du ſoufre, de l'arſenic, de l'alun, de l'orpin jaune & rouge, &c.

580. EXPÉRIENCE. Si on mêle bien enſemble une certaine quantité de limaille de fer & de ſoufre réduit en poudre, & qu'on humecte ce mêlange de quelques gouttes d'eau, ainſi que l'a fait & répété pluſieurs fois M. Lemery; il en réſulte une vapeur ſulfureuſe, une effervescence viſible, une chaleur conſidérable, un embraſement ſucceſſif de toute la matiere.

Telle eſt vraiſemblablement la cauſe ſouterreine des volcans, des tremblemens de terre, de la chaleur & des qualités minérales qu'ont certaines ſources, de ces vapeurs infectes & meurtrieres qui s'échappent quelquefois du ſein de la terre, ſous la forme d'un brouillard enflammé, & qu'on nomme *mouffetes*.

Comme toutes les pyrites contiennent du fer & du ſoufre, & que les plus communes & les plus abondantes ne contiennent même ordinairement que ces deux ſubſtances combinées avec leur terre non-métallique; quand elles ſont expoſées librement à l'action de l'humidité & de l'air extérieur, elles s'humectent & s'atténuent peu à peu: elles tombent en efflorescence.

Mais quand dans un lieu ſouterrein & renfermé, une ſource les pénetre tout à coup; il ſe fait une effervescence ſubite & violente, un embraſement ſucceſſif, accompagné des plus horribles ſecouſſes & des plus effrayantes éruptions, capable de durer juſqu'à ce que la mine pyriteuſe, qui occupe ſouvent une immenſe étendue en ſes trois dimenſions, ſoit entiérement diſſoute & conſumée. La force de l'air dilaté,

de l'eau en vapeurs, du feu captivé, eſt immenſe : de ces trois actions réunies & combinées enſemble, quels épouvantables effets ne pourront-ils pas réſulter !

Mines de ſoufre.

581. DESCRIPTION. Le *ſoufre* eſt une ſubſtance ſolide, inflammable, liquéfiable, ſuſceptible de cryſtalliſation : expoſé ſur le feu, dans des vaiſſeaux fermés, il ſe liquéfie, & ſe ſublime enſuite en une poudre fine & brillante, plus ou moins jaune : à feu ouvert, il s'allume & produit une flamme bleuâtre, dont la vapeur acide & abſorbante ſuffoque tout ce qui a vie. Le ſoufre qui minéraliſe communément les métaux & les demi-métaux, paroît être une combinaiſon de l'acide vitriolique & du phlogiſtique : c'eſt lui qui fait prendre aux ſubſtances métalliques, mille formes particulieres qu'elles n'auroient point par elles-mêmes : c'eſt lui qui leur donne ces belles couleurs de gorge de pigeon, qu'on admire ſouvent dans leurs minerais.

I°. On trouve en pluſieurs endroits, du ſoufre pur ou *ſoufre natif*, tranſparent & de diverſes couleurs, tantôt en poudre, tantôt en fleurs, en filets, en forme d'épis, quelquefois en couches cryſtalliſées.

II°. Le ſoufre eſt communément mêlé & combiné avec la terre & avec les pierres : c'eſt le *ſoufre minéral*. Pour l'extraire des pyrites, où il ſe trouve le plus ordinairement, on entaſſe ces pyrites & on les fait brûler. Le ſoufre coule & ſe précipite dans des trous qu'on a ménagés dans le milieu du tas, & on l'en retire avec de grandes cuilleres de fer.

On ſoupçonne qu'il n'y a point de ſoufre foſſile pur, d'une formation primitive, dans les entrailles de la terre : parce que celui qu'on y trouve pur & cryſtalliſé, ſe rencontre toujours près des endroits où il y a des pyrites, des bitumes, des eaux thermales, des volcans, qui paroiſſent l'avoir tiré de l'état de minéral. Il y a des cantons en Iſlande, au voiſinage des volcans de cette iſle, où l'on trouve quelquefois une quantité de ſoufre pur, aſſez conſidérable pour en charger dans une heure plus de cinquante mulets.

III°. Quoique cette matiere ſoit indiſſoluble dans l'eau, & qu'elle réſiſte à l'action de la plupart des diſſolvants; il conſte cependant que la ſueur & la tranſpiration des perſonnes qui font uſage du ſoufre en nature, ont une odeur de ſoufre bien marquée : on ſait d'ailleurs que le ſoufre eſt attaquable par toutes les ſubſtances huileuſes & ſavonneuſes, & par conſéquent par preſque toutes les liqueurs animales : ce qui prouve que le ſoufre, employé extérieurement & intérieurement, peut avoir des vertus médicales, que lui ont vainement conteſté, à raiſon de ſon indiſſolubilité, quelques chymiſtes. Quoiqu'on ne puiſſe guere connoître la maniere dont le ſoufre, ainſi que tout remede, agit dans l'intérieur du corps humain; il paroît cependant par ſes effets, qu'il eſt diviſant, ſtimulant, répercuſſif, un peu échauffant, & qu'il ſe porte & agit ſpécialement ſur les parties tranſpirantes.

IV°. Le ſoufre combiné avec des matieres alkalines, donne un compoſé qu'on nomme *foie de ſoufre*, dont l'odeur très-forte & très-fétide paroît être une émanation permanente d'un phlogiſ-

tique qui a beaucoup d'affinité avec les ſubſtances métalliques & ſur-tout avec leurs chaux, leſquelles s'en chargent par ſurabondance : ce qui les colore, les reſſuſcite, les dénature, les rend plus ou moins parfaitement à leur état métallique.

Mines de bitume.

582. DESCRIPTION. Les *bitumes* ſont des matieres huileuſes & minéraliſées, d'une odeur forte & d'une conſiſtance variable, que l'on trouve en différents endroits, ou enſevelies dans les entrailles de la terre, ou nageant à la ſurface des eaux. On ne connnoît qu'une ſeule eſpece de bitume foſſile, qui ſoit fluide ou en état de liqueur : c'eſt le pétrole. Parmi les eſpeces de bitume foſſile, qui ſont mollaſſes ou ſolides, on compte le ſuccin, le jayet, l'aſphalte, & quelquefois le charbon de pierre, dont nous parlerons à part.

I°. Le *pétrole* ou *huile de pierre*, eſt un bitume liquide & inflammable, d'une odeur forte, d'une ſaveur pénétrante, & exhalant dans le feu une odeur fétide. Il découle des fentes de certains rochers, après s'être filtré à travers des terres & des pierres de différentes ſortes. Ce bitume foſſile prend différents noms : tranſparent & ſans couleur, c'eſt le *naphte clair :* rouge brun, c'eſt l'*huile de Gabian :* noir ou d'un brun fauve, c'eſt l'*huile minérale d'Ecoſſe.*

II°. Le *ſuccin* ou *ambre jaune* eſt une ſubſtance bitumineuſe, dure, plus ou moins tranſparente, d'une ſaveur un peu âcre, d'une couleur tantôt jaune ou citrine, tantôt blanchâtre, quelquefois rouſſâtre. Le ſuccin eſt ſuſceptible du poli

de l'agathe. Lorſqu'il eſt frotté, il devient électrique : il attire & repouſſe des pailles & d'autres corps menus ; & c'eſt de ſon nom latin *electrum*, qu'a été formé celui d'*électricité*, qui ſignifie vertu attractive & répulſive. Ce bitume foſſile paroît avoir beaucoup de rapport avec les réſines végétales : on ne le recueille ordinairement que dans la mer Baltique, ſur les côtes de la Pruſſe.

III°. Le *jayet* eſt un bitume foſſile, très-noir, aſſez dur pour être taillé & poli, aſſez compacte, & cependant plus léger que l'eau. Ce bitume s'enflamme dans le feu, & y exhale une vapeur très-forte : étant frotté, il répand une odeur charbonneuſe, & acquiert une vertu électrique. Le jayet paroît avoir la même origine que le ſuccin & le charbon de pierre.

IV°. L'*aſphalte* ou le *bitume de Judée* eſt un bitume foſſile, noirâtre & peu peſant, qui ſurnage ſur les eaux du lac Aſphaltide en Judée : mou, viſqueux, très-tenace dans ſes commencements, il ſe ſeche & ſe durcit à l'air ; mais il s'enflamme & ſe liquéfie aiſément au feu : on prétend que c'eſt avec ce bitume que furent cimentés autrefois les murs de Babylone. On a découvert dans ces derniers ſiecles, deux mines d'aſphalte, l'une auprès de Neufchâtel, & l'autre dans la baſſe Alſace : le bitume de ces deux mines ſert, entre autres choſes, à faire un excellent maſtic pour les fontaines.

Mines de houille & de tourbe.

583. OBSERVATION I. On trouve au ſein de la terre, dans preſque toutes les contrées du monde, de grandes mines d'une ſubſtance in-

flammable, compoſée d'un mêlange de terre, de pierre, de bitume, & de ſoufre : c'eſt ce qu'on nomme *houille* ou *charbon de terre*; matiere d'un noir foncé, feuilletée, graſſe, dure & compacte, qui prend feu un peu difficilement, mais qui conſerve le feu plus long-tems & produit une chaleur plus vive qu'aucune autre ſubſtance inflammable, quand elle eſt de la bonne eſpece. Les mines de charbon minéral s'embraſent quelquefois par elles-mêmes au ſein de la terre, au point qu'il eſt comme impoſſible de les éteindre : c'eſt ce que l'on voit aſſez ſouvent en Angleterre.

Les naturaliſtes ſont partagés ſur l'origine des bitumes foſſiles. Quelques-uns les regardent comme des *foſſiles propres*, dont l'origine appartient uniquement au regne minéral, autant que l'origine des pierres & des métaux. Le plus grand nombre les regarde comme des *foſſiles mixtes*, dont l'origine appartient au regne végétal & en partie au regne minéral. Selon les premiers, les foſſiles bitumineux naiſſent & ſe forment dans le ſein de la terre, ainſi que les pyrites & les métaux, ſans rien emprunter du regne animal ou végétal. Selon les derniers, dont le ſentiment eſt plus vraiſemblable, les foſſiles bitumineux, parmi leſquels il faut comprendre le charbon de terre, doivent leur origine à des forêts de bois gommeux & réſineux, qui, englouties en différents tems & par différentes cauſes dans les entrailles de la terre, s'y ſont transformées au bout de pluſieurs ſiecles en une ſubſtance mixte, dont la nature actuelle tient du regne végétal & du regne minéral.

584. OBSERVATION II. On trouve auſſi en

certaines contrées, dans le ſein & non loin de la ſurface de la terre, une autre matiere propre pour le chauffage, & qu'on nomme *tourbe.* C'eſt une matiere communément légere, fibreuſe, d'un brun noirâtre, graſſe, bitumineuſe : diviſée en mottes, & deſſechée à l'air, elle devient combuſtible ; & quoiqu'elle ne donne que peu de flamme, elle produit un feu très-vif. Cette matiere tient lieu de bois de chauffage à une grande partie du peuple, en Hollande & en quelques autres contrées.

La tourbe, ſuivant le ſentiment aſſez général des naturaliſtes, eſt un *foſſile mixte*, qui appartient en partie au regne végétal, & en partie au regne minéral : c'eſt une ſubſtance végétale, formée de différentes couches d'herbes, de feuilles, de plantes, de racines, entaſſées & enterrées ſucceſſivement les unes ſur les autres, pourries dans leurs huiles & dans leurs ſels, & converties par cette putréfaction en une maſſe noirâtre, onctueuſe, & combuſtible. La nature & la qualité de la tourbe varient ſelon la nature des ſubſtances plus ou moins onctueuſes, plus ou moins huileuſes, plus ou moins inflammables, dont elle a été formée.

Mines de ſel gemme.

585. OBSERVATION. Il y a auſſi dans les entrailles de la terre, d'immenſes mines de *ſel gemme* ou de *ſel foſſile*, aſſez ſemblable au ſel factice, ou commun, ou marin, qui ſert à nos tables. Souvent il eſt brillant & tranſparent, formé en beaux cryſtaux à huit angles ſolides & à ſix faces : quelquefois, irréguliérement cryſtalliſé

& diverſement coloré, il tient & de la nature & du phlogiſtique des terres où il s'eſt formé. Les filons de ce ſel foſſile, ſouvent diviſés par couches & entremêlés de lits argilleux, n'ont aucune direction propre : leur maſſe eſt quelquefois ſi énormément grande, qu'on les prendroit pour des petites montagnes, ſur-tout dans la Ruſſie & dans la grande Tartarie. Tout le monde connoît les célebres mines de ſel d'Aſtracan en Aſie, de Saltzbourg en Allemagne, de Cordogne en Eſpagne, de Williska en Pologne. Le ſel foſſile eſt ſi commun en Egypte, en Ethiopie, en Arabie, & en quelques pays des Indes, qu'en pluſieurs endroits de ces contrées on ne peut creuſer aucun puits, qui ne devienne ſalé. La mine de Williſca en Pologne eſt ſi riche & ſi immenſe, qu'on en retire ſix cents mille quintaux de ſel par an, & qu'on l'exploite depuis près de ſix cents ans : on en détache quelquefois des parallélépipedes, qui ont juſqu'à quarante-huit pieds de longueur. Quant à l'origine du ſel gemme ou foſſile,

1°. On peut le ſuppoſer formé par le Créateur dans les entrailles de la terre, au commencement des tems. Pourquoi la même voix féconde du Tout-puiſſant, qui créa la terre, l'eau, le feu, l'air, la lumiere, les aſtres opaques & lumineux; qui faiſant ceſſer le chaos, aſſigna leur place & leurs limites à tous les éléments, ſépara la terre des eaux, forma les plantes & les animaux terreſtres & aquatiques, n'aura-t-elle pas pu former dès le commencement des tems, le ſel qui ſe trouve dans la terre, comme il forma indubitablement celui qui ſe trouve dans la mer ?

II°. On peut le ſuppoſer formé par des inondations de la mer, ſoit au tems du déluge, ſoit dans des tremblemens de terre, ſoit à l'occaſion de divers changements de centre de gravité dans le globe terreſtre (510). Les eaux de la mer, ſucceſſivement ſtagnantes & évaporées dans les différentes contrées où ſe trouvent des mines de ſel, y auront dépoſé leur ſubſtance ſaline, laquelle s'y ſera convertie en maſſes & en filons, ſelon les loix communes de la gravitation & de la cryſtalliſation. (124, 127.)

De ces mines de ſel gemme, quelle que ſoit leur origine, naît inconteſtablement la ſalure de certaines ſources dont on tire du ſel commun en Franche-Comté, en Lorraine, & en pluſieurs autres contrées. Les eaux de pluie, en s'infiltrant dans la terre, rencontrent des mines de ſel gemme, en diſſolvent & en emportent une plus ou moins grande quantité, ſelon que la ſource a plus ou moins le tems & la liberté de s'en ſaturer, en coulant dans la mine ou le long de la mine.

Autres ſels foſſiles.

586. OBSERVATION. On extrait auſſi du ſein de la terre, une foule d'autres ſels foſſiles, qui, comme le ſel gemme, ont la propriété de ſe diſſoudre dans l'eau, de ſe liquéfier ſur le feu, de ſe cryſtalliſer, d'affecter le goût par des ſaveurs différentes : les principaux ſont l'alun, le vitriol, le natrum, le nitre, le ſel ammoniac.

I°. L'*alun* eſt un ſel foſſile & minéral, d'une ſaveur âcre, douceâtre, & fortement aſtringente : il paroît être compoſé d'acide vitriolique uni à une terre argilleuſe. On le trouve le

plus communément dans les pyrites, dans les mines de charbon de terre, dans les terres brunes & feuilletées, comme l'ardoiſe. Diſſous dans l'eau, qu'on fait enſuite évaporer, il ſe cryſtalliſe ſous la forme d'un ſolide à huit pans.

II°. Le *vitriol* eſt un ſel foſſile & minéral, qui ſe cryſtalliſe en loſange, qui devient d'abord fluide ſur le feu, mais qui ayant perdu ſon humidité, ſe deſſeche en une matiere poreuſe & friable. Il y a autant d'eſpeces de vitriols naturels, qu'il y a de ſubſtances métalliques diſſolubles par l'acide qui provient de la pyrite, & qu'on nomme *acide vitriolique*. Cet acide, combiné avec le fer, donne le vitriol martial; combiné avec le cuivre, produit la couperoſe bleue; combiné avec le zinc, forme la couperoſe blanche.

III°. Le *natrum* eſt un ſel foſſile, de nature alkaline, aſſez analogue à l'alkali du ſel marin. On le trouve ſpécialement en Egypte, ou fluide & nageant ſur certains lacs, ou durci & cryſtalliſé dans certains ſables.

587. DESCRIPTION. Le *nitre*, ou le *ſalpêtre*, eſt un ſel foſſile, d'une ſaveur fraîche & amere, compoſé d'un acide propre qui ſe trouve combiné avec l'alkali fixe végétal. Il ſe diſſout dans l'eau, & il s'y cryſtalliſe en priſmes ex-angulaires terminés en pointe : il fuſe ſur les charbons : il entre en fuſion au feu : mêlé avec de la poudre de charbon, il détonne.

Le nitre ſe trouve rarement pur : il naît principalement dans les endroits où des matieres animales & végétales ont ſubi long-tems la fermentation & la putréfaction, tels que les habitations des hommes & des animaux, principa-

lement les lieux bas & humides, comme les caves, les cuiſines, les écuries, les latrines. Ces ſortes de bâtimens ſont les vraies nitrieres : lorſqu'ils ſont vieux, leurs platras & leurs décombres ſont imprégnés & remplis de nitre ; leurs murailles ſont couvertes d'une pouſſiere nitreuſe, qu'on recueille en les balayant.

Pour extraire le nitre des matrices où il s'eſt formé, on concaſſe les décombres & les terres où il eſt contenu : on en emplit une foule de tonneaux dont le fond eſt tapiſſé d'une couche de paille. On verſe de l'eau dans le premier tonneau ; & cette eau, en coulant comme dans une leſſive, ſe charge du nitre contenu dans les matériaux, & l'entraîne diſſous avec elle. Cette eau chargée du nitre du premier tonneau, eſt d'abord reçue dans un baquet, d'où l'on la tire pour la verſer ſur un ſecond tonneau, où s'infiltrant à travers les nouveaux matériaux, elle en diſſout & en emporte encore le nitre. Elle paſſe de même ſucceſſivement de tonneau en tonneau, juſqu'à ce qu'elle ſoit ſaturée de ce ſel. On la met enſuite dans de grandes chaudieres, où l'évaporation opere la cryſtalliſation d'abord du ſel marin qui ſe cryſtalliſe le premier, & enſuite du ſel de nitre qui ſe cryſtalliſe le dernier. On ſépare par là ces deux ſortes de ſels, qui ſont toujours mêlangés dans les nitrieres. Le nitre eſt un ſel qui appartient conjointement aux trois regnes : puiſque les trois régnes concourent à ſa production.

§88. DESCRIPTION. *Le ſel ammoniac* eſt un ſel neutre, compoſé d'un acide quelconque, communément de l'acide marin, uni juſqu'au

point de ſaturation avec un alkali volatil. Ce ſel eſt ou naturel ou factice.

Le *ſel ammoniac naturel* ſe ſublime de lui-même à travers les fentes des ſoufrieres de Pouzzol, & il s'attache en forme de ſuie blanche aux pierres que l'on entaſſe ſur les fentes : diſſous dans l'eau, il ſe cryſtalliſe en cubes, à meſure que l'eau s'évapore. Le *ſel ammoniac factice* eſt extrait de la ſuie produite par la combuſtion de la fiente de toutes ſortes de quadrupedes en Egypte, où les plantes ſont plus chargées de ſel marin. Cette ſuie, expoſée au feu dans des fourneaux ſublimatoires (169), donne un ſel neutre ſublimé & ſolide, qui eſt le ſel ammoniac que l'on tire d'Egypte. L'illuſtre Boerhaave prétend que ce ſel eſt propre à garantir de la corruption, toutes les ſubſtances animales. Ce ſel appartient, comme le précédent, aux trois regnes.

Mines de pierres.

589. OBSERVATION. La ſurface & l'intérieur de la terre ſont communément un mêlange ou un aſſemblage de ſubſtance terreuſe & pierreuſe. Les *ſubſtances terreuſes* s'amolliſſent, ſe gonflent, ſe diviſent, deviennent friables dans l'eau : elles ſont miſcibles à l'eau, ſans y être ſolubles. Les *ſubſtances pierreuſes* ont leurs parties plus liées & plus adhérentes entre elles : elles ſont durcies & combinées de telle ſorte, qu'elles peuvent être plongées dans l'eau, ſans s'y amollir, ſans s'y diviſer, ſans y devenir ni friables, ni miſcibles, ni ſolubles. Telle eſt l'idée générale qu'on peut ſe former des pierres, pour les diſtinguer de la

ſimple terre qui fait leur principal conſtitutif.

I°. Parmi les pierres, il y en a de fort tendres, comme le talc; de fort poreuſes, comme la ponce; de très-dures, comme l'agathe & le diamant. Les plus belles pierres précieuſes ont une dureté ſi grande, qu'elles réſiſtent à l'acier le mieux trempé & le mieux acéré; & qu'on ne peut les travailler qu'avec la pouſſiere de diamant; pouſſiere qu'on obtient primitivement en frottant un diamant brute contre un autre.

II°. Parmi les pierres, les unes ſont opaques & communes; les autres ſont tranſparentes & précieuſes: celles-là ſont d'un grain plus groſſier & plus hétérogene; celles-ci ſont d'un grain plus fin, quelquefois homogene, quelquefois hétérogene. Nous avons parlé ailleurs du diamant & du cryſtal naturel. (131.)

En général, les pierres ne different des terres, que par la dureté & la liaiſon de leurs parties: on peut donc diſtinguer autant d'eſpeces différentes de pierres, qu'il y a d'eſpeces de terre dont le grain & la qualité ſont différents. Nous avons expliqué ailleurs le méchaniſme de leur formation. (134.)

590. DIVISION. On peut diviſer les pierres en cinq claſſes principales, qui expriment tout autant de natures ou de propriétés différentes, & qui ſont ſuſceptibles chacune d'un grand nombre de ſubdiviſions plus caractériſtiques.

I°. En *pierres argilleuſes*, qui ne ſont point attaquées par les acides, qui ſe durciſſent au feu ordinaire. On met dans cette claſſe une foule d'eſpeces de pierres, qui ont toutes aſſez de reſſemblance, ſoit pour le grain, ſoit pour la qualité, avec les vaiſſeaux & les creuſets de po-

terie, faits d'argille ou de terre-glaiſe.

II°. En *pierres calcaires*, qui ſe diſſolvent dans les acides, & qui ſe réduiſent en chaux dans le feu. On met dans cette claſſe la pierre à chaux commune, le marbre, le ſpath calcaire, les ſtalactites, l'albâtre calcaire. Quelques naturaliſtes donnent pour origine à toute cette claſſe de pierres, des amas de coquillages pétrifiés: il ſeroit peut-être bien plus naturel de dire que les coquillages ſont eux-mêmes formés d'une ſubſtance ſemblable à celle qui forme ces pierres calcaires au ſein de la terre.

III°. En *pierres gypſeuſes*, qui ne ſe diſſolvent point dans les acides, & que l'action du feu convertit en plâtre, matiere bien différente de la chaux commune. Telle eſt une certaine matiere pierreuſe, qui paroît n'être autre choſe qu'une terre endurcie, ou que le réſultat d'une pierre calcaire, diſſoute par l'acide vitriolique, & enſuite endurcie & cryſtalliſée. Cette matiere eſt très-abondante en beaucoup d'endroits, où elle forme des chaînes de montagnes, ou des collines aſſez étendues; comme dans le voiſinage de Paris, par exemple, auprès de Montmartre.

IV°. En *pierres igneſcentes*, qui ne ſe diſſolvent point dans les acides, & qui éclatent en étincelles, quand on les frappe avec l'acier trempé. On met dans cette claſſe le caillou, l'agathe, le jaſpe, le diamant, le cryſtal de roche: elle a pour principe, ou pour conſtitutif, un ſable plus ou moins fin, plus ou moins pur, plus ou moins librement cryſtalliſé (133). Cette claſſe renferme la principale partie des *pierres vitrifiables*; ainſi nommées, parce qu'elles ſont compoſées de la terre la plus pure, la plus élé-

mentaire, que les chymiſtes ont nommée *terre vitrifiable :* c'eſt la plus apyre, la plus réfractaire, la plus infuſible de toutes les eſpeces de terre.

V°. En *pierres fuſibles*, qui ſe fondent par elles-mêmes & ſans le ſecours d'un diſſolvant, au degré de feu auquel les précédentes ont réſiſté : elles ſont très-peſantes, & ne font point feu avec le briquet. Tel eſt le ſpath ſéléniteux, qui ne ſe diſſout point aux acides, mais qui entre en fuſion, & enſuite ſe vitrifie, à un feu violent. Telles ſont encore quelques autres eſpeces de pierres, que ne méconnoiſſent point ceux qui s'occupent de vitrification (135); leſquelles ſe fondent & ſe transforment en un verre preſque tranſparent, ſans aucune addition & ſans aucun fondant. Ces pierres vitreſcibles doivent ſans doute leur fuſibilité naturelle, à quelque matiere hétérogene qui leur eſt unie, & qui fait dans elles la fonction de fondant.

591. REMARQUE. L'*art de la poterie* eſt une imitation imparfaite de la nature dans le grand ouvrage de la pétrification. Ce ſont les argilles ou les terres-glaiſes qui en fourniſſent la matiere, par la propriété qu'ont ces ſortes de terres de ſe laiſſer paîtrir & figurer, & d'acquérir enſuite beaucoup de ſolidité & de dureté par l'action du feu qui leur enleve leur humidité, & qui donne un contact très-intime à leurs parties. Mais comme il y a de grandes différences, ſoit pour la fineſſe du grain, ſoit pour l'affinité & la viſcoſité des parties, entre les argilles; delà la différence qu'on obſerve entre les vaſes de terre, de faïance, de porcelaine, qui ne ſont tous qu'une argille d'un grain plus ou moins fin, plus

ou moins liant, cuite & durcie : la porcelaine paroît être une argille cuite juſqu'au point d'une demi-vitrification.

La pierre d'aimant.

592. OBSERVATION. La plus ſinguliere, la plus utile, la plus incompréhenſible de toutes les pierres, c'eſt l'*aimant ;* qui, comme un génie tutélaire, guide les navigateurs au ſein des mers, & les éclaire ſur la route qu'ils doivent tenir, quand toutes les autres lumieres les abandonnent. L'aimant eſt une pierre ferrugineuſe, que l'on trouve dans les mines de fer dans preſque toutes les parties du monde (575); tantôt couleur de fer brute, comme dans les Indes, à la Chine, & dans tous les pays du nord; tantôt noirâtre, comme en Macédoine; griſâtre, comme en Lorraine ; rougeâtre, comme en Dévonshire en Angleterre. Il y a cinq propriétés principales à remarquer dans l'aimant.

I°. L'aimant attire & s'attache un autre aimant, attire & s'attache un morceau de fer : *c'eſt ſon attraction*, vertu méchanique, indépendante de l'attraction générale & ſpéciale. Cette vertu attractive paroît occaſionnée par un torrent de corpuſcules qui ſe précipite réciproquement de l'aimant dans le fer, d'un aimant dans un autre aimant : mais on ignore totalement la cauſe & le méchaniſme de ce phénomene; & tous les ſyſtêmes qu'on a imaginés juſqu'à préſent pour en rendre raiſon, ſont ſi frivoles & ſi peu ſatisfaiſants, qu'ils ne méritent aucune attention.

II°. L'aimant communique & tranſmet ſon attraction

attraction au fer qu'il touche, ſans rien perdre de cette propriété attractive : *c'eſt ſa communication ;* propriété phyſique, auſſi réelle & auſſi inexplicable que la précédente. Un morceau de fer aimanté peut être conſidéré comme un véritable aimant, & s'appliquer aux mêmes expériences. Ces deux propriétés de l'aimant étoient connues de l'antiquité.

III°. L'aimant eſt comme un petit monde, qui a ſes poles & ſon équateur à part : ſes deux poles ſe dirigent, l'un vers le nord uniquement, l'autre uniquement vers le midi : *c'eſt ſa direction.* L'aimant communique cette propriété à une aiguille d'acier aimantée, laquelle ſuſpendue & miſe en équilibre ſur un pivot, dirige déterminément une de ſes pointes vers le nord, & l'autre vers le midi : *c'eſt la bouſſole*, qui a ouvert le vaſte ſein des mers aux navigateurs, aux commerçants, aux conquérants. Cette propriété de l'aimant n'eſt connue en Europe que depuis le treizieme ou quatorzieme ſiecle.

IV°. Les poles de l'aimant, ſoit dans une même contrée, ſoit dans des contrées différentes, ne ſe dirigent pas conſtamment vers les mêmes points du nord & du midi. Un aimant ſuſpendu en liberté, ainſi qu'une aiguille de fer aimantée, dirige toujours ſon pole ſeptentrional vers le nord, & ſon pole méridional vers le midi ; mais cette ligne de direction décline tantôt vers l'orient, tantôt vers l'occident, tantôt ſous un plus grand angle, tantôt ſous un angle plus petit : *c'eſt ſa déclinaiſon.* Quoique cette déclinaiſon ſoit variable d'un lieu à un autre, quelquefois d'un jour à l'autre en un même lieu ; on a remarqué qu'en général la déclinaiſon a été

orientale dans preſque tous les pays du monde, depuis 1550 juſqu'à 1664; qu'en 1666 l'aiguille aimantée étoit dirigée préciſément vers les deux poles; que depuis lors *la déclinaiſon eſt devenue occidentale*. M. Nollet la trouva de 18 degrés & demi à Paris en 1763 : elle eſt, cette année 1771, à Paris, de 19 degrés 45 minutes; comme nous venons de l'apprendre de M. Caſſini lui-même : elle paroît augmenter d'environ un degré en ſix ans.

V°. Les poles de l'aimant, en ſe dirigeant vers le nord & vers le midi, ne ſe dirigent pas conſtamment & par-tout à la hauteur des poles céleſtes. Sous l'équateur, l'aiguille aimantée a ſa direction à peu près dans le plan de l'horiſon, qui atteint les deux poles du ciel : mais à meſure qu'on avance vers l'un ou vers l'autre pole, l'aiguille aimantée s'abaiſſe de plus en plus au-deſſous du pole dont on s'approche, & s'éleve de même au-deſſus du pole dont on s'éloigne, affectant de ſe tenir toujours à peu près dans le plan de l'horiſon : *c'eſt ſon inclinaiſon*. Les cauſes phyſiques de ces cinq propriétés de l'aimant, ſont encore & demeureront peut-être éternellement cachées ſous le voile de la nature.

593. REMARQUE I. L'aimant, en ſortant de la mine, n'a qu'une aſſez foible vertu attractive : mais l'armure dont on le revêt, en dirigeant & en concentrant toutes les émanations vers deux points ſous ſes poles qu'il faut auparavant déterminer & connoître, met cette vertu attractive dans ſa plus grande force. La vertu attractive varie, ſelon la grandeur & ſelon la bonté intrinſeque de l'aimant. L'hiſtoire de l'académie des ſciences parle d'un aimant qui peſoit onze onces, & levoit vingt-huit livres de fer ; c'eſt-à-dire,

plus de 40 fois ſon poids : mais c'eſt un degré d'excellence qu'il ne faut pas attendre, à beaucoup près, du commun des aimants qu'on regarde comme excellents. Un aimant eſt très-bon, quand il ſoutient de huit à dix fois ſon poids. La ſociété royale d'Angleterre poſſede un aimant qui peſe ſoixante livres, qui n'éleve pas un fort grand poids, eu égard à ſa grandeur; mais qui attire une aiguille à une diſtance de neuf pieds.

Dans deux aimants, ou dans deux aiguilles aimantées, les poles oppoſés s'attirent; les poles analogues ſe repouſſent : le pole ſeptentrional d'un aimant ſympatiſe avec le pole auſtral de l'autre aimant, & repouſſe ſon pole ſeptentrional; & réciproquement.

594. REMARQUE II. Dans les aimants, la vertu attractive n'eſt pas toujours proportionnelle à la vertu communicative. Il y en a qui ont beaucoup d'attraction, ou qui ſoutiennent de grands poids, & qui ne communiquent que fort peu de vertu magnétique au fer qui les touche : on les nomme *aimants vigoureux*. Il y en a d'autres qui ont peu de force attractive, & qui communiquent beaucoup de vertu magnétique, ou qui ſont excellents pour aimanter : on les nomme *aimants généreux*. Il y en a enfin qui poſſedent à la fois ces deux qualités, & qui ſont en même tems & vigoureux & généreux.

595. REMARQUE III. On fait auſſi des *aimants artificiels*, qui ne cedent en rien aux aimants naturels. C'eſt un ſimple faiſceau de lames d'acier bien polies, qu'on aimante, ou en les touchant l'une après l'autre à un aimant bien armé; ou ſimplement en les traînant l'une ſur l'autre ſelon

certaines méthodes, ſans le ſecours d'aucun aimant. On peut voir, ſi l'on veut, ce qui concerne la conſtruction de ces aimants artificiels, ou dans le dictionnaire encyclopédique, ou dans le ſixieme volume de la phyſique de M. Nollet.

596. REMARQUE IV. Quelques phyſiciens ont voulu aſſigner pour cauſe aux phénomenes de l'aimant, l'action ou l'impulſion d'un torrent de matiere magnétique, qui circule autour du globe terreſtre, dans la direction des méridiens, d'un pole à l'autre, avec une déclinaiſon variable.

Mais ce *torrent magnétique*, dont l'exiſtence n'eſt rien moins que certaine & démontrée, ne ſatisfait aucunement aux phénomenes qui l'ont fait imaginer & ſuppoſer. Car ſans adopter & ſans combattre l'exiſtence de ce torrent ou tourbillon magnétique, examinons-en l'action & l'influence: nous trouverons que la même obſcurité reſte attachée au méchaniſme phyſique de l'aimant. Pourquoi, par exemple, & par quels principes phyſiques, ce torrent magnétique a-t-il ſa direction du nord au midi, plutôt que d'orient en occident? Pourquoi ce torrent magnétique enfile-t-il un pole de l'aimant, plutôt que l'autre, dans toutes les poſitions obliques & perpendiculaires qu'on donne à l'aimant, relativement à ſa direction? Pourquoi ce torrent magnétique ne produit-il pas dans l'or, dans le cuivre, dans le marbre, dans le bois, les mêmes phénomenes qu'il opere dans l'aimant & dans le fer aimanté? Comment, & par quel prodige, les vents & les orages n'alterent-ils pas la direction & l'action de ces courants magnétiques? C'eſt ce dont il eſt impoſſible de rendre aucune raiſon phyſique, à laquelle l'eſprit philoſophique puiſſe applaudir.

Nous ferons voir ailleurs l'analogie du magnétiſme avec l'action du fluide électrique. (1083 & 1101.)

FORMATION DES MINÉRAUX.

597. OBSERVATION. Quelques phyſiciens ſe ſont donné la peine d'enfanter de vains ſyſtêmes, pour former méchaniquement le globe terreſtre, tel qu'il ſe montre dans ſa ſurface & dans ſon intérieur aux yeux des naturaliſtes. C'eſt, ce me ſemble, abuſer de la phyſique, laquelle ne doit pas plus chercher de méchaniſme dans la formation primitive du globe terreſtre, que dans la formation primitive de l'air, de l'eau, de la lumiere, des globes céleſtes : tout cela eſt néceſſairement l'ouvrage d'un Être increé & créateur. En ſortant du néant, en commençant à exiſter, le globe terreſtre eut ſans doute, des terres, des métaux, des pierres, des plantes, des animaux, toutes les mêmes eſpeces de ſubſtances animales, minérales, végétales, qu'il poſſede aujourd'hui : il ne s'agit donc plus que d'examiner quelles révolutions ont dû faire ſubir les loix phyſiques, à ces différentes eſpeces de ſubſtances.

Dans le regne animal & dans le regne végétal, la nature forme ſans ceſſe de nouveaux individus : dans le regne minéral ſuit-elle la même marche ? Par exemple, les éléments qui compoſent les ſubſtances animales & végétales, vont ſe transformer en de nouvelles ſubſtances animales & végétales, après la deſtruction des individus : en eſt-il de même à l'égard des ſubſtances minérales ? Toutes les molécules d'or, d'argent,

de cuivre, de fer, de plomb, d'arſenic, de marbre, de diamant, de caillou, aujourd'hui exiſtantes dans la nature, ont-elles exiſté avec leur nature actuelle, diſperſées ou réunies, depuis le commencement des tems? Ou bien, la nature convertit-elle de jour en jour, dans ſes laboratoires ſouterreins, des ſubſtances quelconques en molécules d'or, d'argent, de cuivre, de fer, de plomb, de diamant, & ainſi du reſte? Problême curieux, mais difficile à réſoudre! Au défaut de l'expérience, qui ſeule pourroit décider, oſons nous permettre quelques réflexions & quelques conjectures qui pourront peut-être intéreſſer.

PROPOSITION I.

598. *Les minéraux que la chymie regarde comme indeſtructibles & inaltérables, l'or, l'argent, la platine, ſemblent ne ſe former que par une ſimple juxtapoſition de leurs parties intégrantes, primitivement exiſtantes, voiturées & entaſſées en nature par les fluides, ſans qu'il ſe forme de nouvelles parties intégrantes de ces minéraux.*

EXPLICATION. I°. Les feux & les diſſolvants ſouterreins ne paroiſſent pas plus puiſſants & plus actifs en grand, que les feux & les diſſolvants chymiques en petit: puiſque la chymie décompoſe & recompoſe les différents corps qui ont été diſſous par les feux & par les diſſolvants ſouterreins, & que ſouvent elle pouſſe encore plus loin les compoſitions & les décompoſitions des ſubſtances qui ont éprouvé les feux les plus violents dans les entrailles du Véſuve, de l'Etna, & des autres volcans; feux ſupérieurs en activité aux feux communs de tous nos fourneaux

chymiques, mais inférieurs au feu concentré des miroirs ardents, au feu de quelques fourneaux chymiques, aidé par l'action de certains diſſolvants. Or les feux & les diſſolvants chymiques n'ont jamais pu parvenir à compoſer ou à décompoſer les minéraux que la chymie regarde comme indeſtructibles & inaltérables: donc il eſt vraiſemblable que ces minéraux ne ſouffrent aucune compoſition ou décompoſition de parties intégrantes, dans les entrailles de la terre. Donc il eſt vraiſemblable que toutes les parties de ces minéraux, qui exiſtent aujourd'hui, ont exiſté dès le commencement des tems.

II°. L'action des feux & des diſſolvants ſouterreins met en fuſion, diviſe, atténue, diſperſe, mêlange différemment les minéraux indeſtructibles & inaltérables, ſans dénaturer leurs parties intégrantes: donc ces minéraux peuvent & doivent être ſans ceſſe corrodés, diviſés, atténués, voiturés & mêlangés en mille & mille manieres, par les agents ſouterreins, ſans que leurs parties intégrantes perdent ou alterent leur nature primitive. Les molécules de ces minéraux indeſtructibles & inaltérables, expoſées à l'action des feux qui les mettent en fuſion, des acides qui les diſſolvent, des liquides & des fluides qui les voiturent purs ou mêlangés, changent de place & de combinaiſon, s'aſſemblent ou ſe diſperſent, s'uniſſent ou ſe diviſent, ſans changer intrinſequement de nature: comme l'or, qui après avoir paſſé par toutes les épreuves des feux & des diſſolvants chymiques, après avoir été combiné & mêlangé avec toutes les ſubſtances connues, reſte toujours or en nature. Delà, de

cette action permanente des feux & des diſſolvants ſouterreins, la diminution ou la ceſſation de ces ſubſtances minérales en certains endroits, & leur formation, leur accroiſſement en d'autres; ſans qu'il ſe forme de nouvelles parties intégrantes de ces minéraux, & ſans que leurs parties intégrantes primitives périſſent ou ſe dénaturent. L'or, par exemple, qu'on extrait du ſein de la terre, y étoit au commencement des tems, pur, ou mêlangé avec d'autres ſubſtances; & l'or qui ſe détruit par le frottement dans les meubles de différente eſpece, rentre en molécules inſenſibles dans le ſein de la terre, où chaque molécule reſte perſévéramment ce qu'elle fut au commencement des tems, molécule d'or.

PROPOSITION II.

599. *Il eſt vraiſemblable que parmi les minéraux deſtructibles & altérables, tels que les métaux imparfaits, les demi-métaux, les pierres de toute eſpece, les divers foſſiles bitumineux & inflammables, il ſe forme dans la nature, de nouvelles combinaiſons, qui détruiſent & renouvellent ſans ceſſe une partie de ces ſubſtances minérales dans leurs parties intégrantes & conſtituantes.*

EXPLICATION. Les feux & les diſſolvants chymiques ôtent & rendent à volonté aux métaux imparfaits & aux demi-métaux, leurs propriétés métalliques; les convertiſſent en chaux, en verre, en terre, en leur enlevant leur phlogiſtique ou leur partie inflammable; les rendent enſuite à leur nature primitive, en leur tranſportant des principes ſemblables à ceux qui leur avoient été enlevés: donc les feux & les diſſol-

vants ſouterreins, qui égalent & ſurpaſſent ſouvent en activité ceux qu'emploie communément la chymie pour opérer ces phénomenes, peuvent évidemment produire les mêmes effets; diſſoudre le marbre & le caillou, & le *terrifier;* durcir l'argille, & la *pétrifier;* fondre le ſable, & le *vitrifier;* enlever leur phlogiſtique à une foule de ſubſtances minérales, & les *calciner;* tranſporter ce phlogiſtique à des terres & à des chaux minérales, & les *minéraliſer:* phénomenes qu'il eſt facile d'obſerver dans les laves ou matieres de toute eſpece, que vomiſſent journellement de leur ſein les volcans embraſés. Donc il eſt vraiſemblable que parmi les minéraux deſtructibles & altérables, il ſe forme ſans ceſſe de nouvelles combinaiſons, ou de nouvelles parties intégrantes de toute eſpece, par exemple, de plomb, de fer, d'arſenic, de marbre, de diamant, de bitume, de ſel, & ainſi du reſte.

Congelations, Pétrifications.

600. OBSERVATION I. On trouve dans l'intérieur de la terre, à une plus ou moins grande profondeur, une foule de grottes de toute grandeur, où la nature étale plus de richeſſes & d'éclat, que l'art n'en peut réunir dans les palais des plus grands Potentats. Des murs, des colonnes, des corps de toute figure, formés ou revêtus d'une ſubſtance ſolide & brillante, infiniment variée & dans ſon grain, & dans ſa couleur, & dans ſes ramifications, ſemblent y étaler tout ce qu'ont de plus riche & de plus flatteur, l'or, le marbre, l'émail, l'azur, aſſortis dans un déſordre ſymmétrique qui étonne également & le peuple qui

regarde, & le naturaliſte qui obſerve. C'eſt ce qu'on nomme en général *congelations*.

EXPLICATION. Ces congelations, en forme de marbre, de cryſtal, de pierres dorées, azurées, tranſparentes, dont ſont revêtues ou ornées certaines grottes ſouterreines, telles que celles d'Auxelle en Franche-Comté, & de Saint-Michel ou de Rolland auprès de Marſeille, ſont des *concrétions naturelles*, compoſées de ſubſtances terreuſes, pierreuſes, quelquefois minérales, dont l'eau ſe charge en s'infiltrant au travers des terres & des pierres poreuſes, & qui ſe durciſſent & ſe cryſtalliſent plus ou moins réguliérement par l'évaporation de l'eau. (133.)

I°. L'eau ſtagnante ou coulante a une très-grande affinité avec preſque tous les corps de la nature (96, 108): elle peut les diſſoudre, ou par elle-même, ou par le moyen de quelque intermede; & après les avoir diſſous, elle les charrie ſelon ſa pente naturelle, en s'infiltrant au travers des terres & des rochers. L'eau de pluie ou de fontaine ſuinte & coule goutte à goutte en différents points d'une grotte ſouterreine, chargée d'une quantité de particules terreuſes, pierreuſes, ſalines, ſulfureuſes, métalliques, qu'elle a détachées du ſein des ſubſtances par où elle a paſſé, & qu'elle tient en diſſolution.

II°. L'eau en gouttes, qui ſuinte dans les grottes ſouterreines, eſt le véhicule d'une foule de ſubſtances hétérogenes; mais elle s'en dégage par l'évaporation. A meſure que ces gouttes d'eau s'évaporent, les particules terreuſes, pierreuſes, ſulfureuſes, métalliques, qu'elle tient en diſſolution, & qui ne ſont point évaporables comme elle, s'uniſſent, ſe cryſtalliſent, ſe dur-

ciſſent, ſelon les loix communes de toutes les cryſtalliſations (134). Delà des concrétions de toute eſpece & de toute figure, en culs de lampes coniques ou pyramidaux, en colonnes de toute forme & de toute grandeur, en loupes protubérancées, globuleuſes comme des truffes, ou mamelonnées comme des choux-fleurs.

III°. Ces congelations prennent différents noms. On nomme communément *ſtalactites*, les concrétions ou cryſtalliſations rameuſes, en forme de quilles ou de culs de lampes : elles ſont au haut des voûtes. On nomme *ſtalagmites*, les concrétions protubérancées : elles ſont ordinairement ſur le ſol ou plancher ſouterrein des voûtes. Quand l'aſſemblage des particules terreuſes & pierreuſes vient à former une couche dure & ſolide ſur une ſubſtance animale ou végétale, ſans pénétrer dans l'intérieur de cette ſubſtance, c'eſt une *incruſtation*.

Les ſtalactites, les ſtalagmites, les incruſtations, ont une même cauſe, ſavoir, les ſucs pierreux, terreux, métalliques, ſulfureux, qui étoient en diſſolution dans les gouttes d'eau, & que laiſſe cryſtalliſer l'évaporation de cette eau. Toutes ces ſortes de congelations varient dans leur nature & dans leur couleur, ſelon la diverſité des ſables & des ſucs infiniment fins, que les gouttes d'eau tiennent en diſſolution & charrient. Elles varient dans leur figure, ſelon la diverſité des orifices qui donnent paſſage à l'eau, ſelon les routes qu'elle prend pour s'étendre & s'évaporer. Les ſtalactites ſont plus unies ; parce qu'elles ſont formées par une eau livrée à ſa pente naturelle : les ſtalagmites ſont plus mamelonnées ; parce qu'elles doivent leur origine

à des gouttes d'eau qui tombant du haut des voûtes, ſe réfléchiſſent & s'éparpillent en petits globules. Elles varient enfin dans leur grandeur, ſelon la quantité plus ou moins abondante de ſables & de ſucs que charrie l'eau infiltrée; ſelon la facilité plus ou moins grande des évaporations & des cryſtalliſations. Quelquefois les cavités ſouterreines viennent juſqu'à s'emplir en tout ou en partie, de congelations.

IV°. Quand des ſucs pierreux plus groſſiers & non-diſſous dans l'eau, ſont charriés ſur des ſubſtances végétales, par exemple, ſur les plantes branchues qui naiſſent ou pourriſſent dans un marais; il ſe forme autour de ces plantes une eſpece de cryſtalliſation opaque, poreuſe, pleine de trous irréguliers: c'eſt le *tuf*, concrétion de la nature des ſtalactites, & qui n'eſt elle-même qu'une ſtalactite d'une eſpece plus groſſiere. C'eſt ainſi qu'on voit le tuf ſe former journellement en une infinité d'endroits: il y en a d'argilleux, de ſablonneux, de marneux, de minéral; ſelon la nature des ſubſtances qui concourent à ſa formation, par voie de juxta-poſition & de cryſtalliſation.

V°. Le même méchaniſme qui forme les congelations, produit auſſi des cailloux, des marbres, des pierres de toute eſpece. Les ſucs pierreux, voiturés par l'eau & cryſtalliſés ſelon l'exigence de leurs affinités, s'uniſſent par couches, ſe durciſſent, augmentent en maſſe & volume, forment de nouvelles pierres, de nouvelles carrieres, qui n'exiſtoient pas auparavant; & ſouvent ces ſucs pierreux doivent eux-mêmes leur nature pierreuſe, aux transformations qu'ils ont eſſuyées dans le ſein de la terre, par l'ac-

tion des feux & des diſſolvants ſouterreins.

601. OBSERVATION II. On trouve aſſez fréquemment dans les entrailles de la terre, à différentes profondeurs, quelquefois au ſein même des montagnes de pierre & de marbre, des coquillages, des végétaux, des oſſements d'animaux, intimément pétrifiés, ou convertis en la nature des pierres, en conſervant leur forme primitive : c'eſt ce qu'on nomme *pétrifications*. Les pétrifications different des *incruſtations* : celles-ci ſe bornent à envelopper la ſubſtance animale ou végétale, d'une couche pierreuſe ; celles-là pénetrent la ſubſtance animale ou végétale dans toutes ſes parties, la dénaturent, la convertiſſent en véritable ſubſtance pierreuſe.

I°. Parmi les animaux & les végétaux qui ont été engloutis & enſevelis dans des ſucs pierreux, les uns n'ont laiſſé qu'une image d'eux-mêmes : couverts de toute parts d'une argille molle, ils s'y ſont corrompus & diſſous; tandis que l'argille qui les enveloppoit, s'eſt durcie & pétrifiée, en formant une cavité qui repréſente diſtinctement l'animal ou le végétal qui y étoit contenu, & dont on trouve l'analogue ou le ſemblable dans la nature : c'eſt ce qu'on nomme *empreintes*. Ces empreintes préſentent aux yeux des naturaliſtes, au ſein des carrieres de toute eſpece, des hommes, des oiſeaux, des poiſſons, des amphibies, des quadrupedes terreſtres, mille & mille différents végétaux.

II°. Les autres ſe ſont réellement *pétrifiés* ou convertis en pierre, tels que certains coquillages, pluſieurs végétaux, & quelques oſſements d'animaux. Il n'eſt pas difficile de rendre raiſon de ce phénomene. Dans un végétal &

dans les parties dures & ſolides d'un animal, il y a des pores, à travers leſquels ſe ſont inſinués & durcis les ſucs pierreux, à meſure que les ſucs animaux ou végétaux s'échappoient par la même voie. Ce corps animal ou végétal, après la perte ou la diſſipation de tous ſes ſucs, n'aura plus été qu'un ſquelette décharné, réduit d'abord aux filaments les plus réſiſtants & les plus indeſtructibles de ſon canevas primitif; réduit enſuite à perdre même ces filaments primitifs, qui à la longue ſe feront auſſi détruits & corrompus : de ſorte que le corps animal ou végétal pétrifié n'aura plus rien de ſon être primitif, que la figure & l'image; avec cette différence, que ce qui étoit *pores* dans le premier état, ſera devenu *parties ſolides* dans le ſecond, & réciproquement; & que ce corps aura beaucoup plus de peſanteur dans ſon état de pétrification que dans ſon état naturel; parce qu'il y a beaucoup plus de vuide que de plein dans les ſubſtances animales & végétales.

III°. Tous les corps enſevelis dans la terre, ne ſe pétrifient pas : parce que, pour qu'un corps ſe pétrifie, il faut, comme le remarque M. Bertrand, premiérement, qu'il ſoit de nature à ſe conſerver long-tems ſous terre, ſans ſe corrompre; ſecondement, qu'il ſoit à couvert de l'air & de l'eau courante; troiſiémement, qu'il ſoit garanti d'exhalaiſons corroſives & de diſſolvants deſtructeurs; quatriémement, qu'il ſoit placé dans un lieu où ſe rencontrent des vapeurs ou des liquides chargés, ſoit de parties métalliques, ſoit de molécules pierreuſes comme diſſoutes, & qui, ſans détruire le corps, le pénetrent, l'impregnent, & s'uniſſent, à meſure

que les parties du corps ſe diſſipent par l'évaporation : circonſtances qui ne ſe rencontrent toutes enſemble que très-rarement dans la nature. Les empreintes different des pétrifications, en ce que l'empreinte eſt un vuide, & que la pétrification eſt un ſolide.

IV°. Les fameuſes *momies* d'Egypte n'ont rien de commun avec les pétrifications : ce ſont des cadavres deſſechés, dont l'art des embaumeurs garantiſſoit les chairs & les os, de la corruption, ſans les dénaturer, On en voit d'aſſez ſemblables à Toulouſe, dans certains caveaux, dont les vapeurs & les exhalaiſons font naturellement & ſans art, à peu près le même effet que produiſoit la deſſication par les ſels alkalis ou par quelque autre moyen ſemblable chez les Egyptiens. On a des momies d'Egypte parfaitement conſervées depuis plus de deux mille ans : on ne ſait quelle antiquité peuvent avoir celles qu'on voit à Toulouſe.

Putréfaction, combuſtion, calcination.

602. DÉFINITION I. La *fermentation* eſt un mouvement inteſtin, qui s'excite de lui-même, à l'aide d'un degré de chaleur & de fluidité convenables, entre les parties intégrantes & conſtituantes de certains corps très-compoſés, & dont il réſulte de nouvelles combinaiſons des principes de ces mêmes corps : la *putréfaction* eſt le dernier degré de la fermentation.

La putréfaction dénature entiérement toutes les ſubſtances qui la ſubiſſent, de quelque eſpece que ſoient les principes qui les conſtituent. Leurs fluides perdent leur caractere diſ-

tinctif, en se métamorphosant tous en alkali volatil, en huile fétide, en terre livrée à l'inertie. Leur organisation s'altere & se détruit : les vaisseaux, les fibres, les trachées, les cellules, les filtres, le tissu même des parties les plus solides, se relâchent, se désunissent, se corrompent & se résolvent entiérement. Dès que les animaux & les végétaux cessent de vivre, la nature achève de détruire elle-même son propre ouvrage, & de décomposer totalement des machines désormais inutiles : elle en réduit les matériaux en un état semblable & commun à tous, pour les élaborer de nouveau, & pour les faire passer promptement dans l'organisation de nouveaux êtres qui doivent subir aussi les mêmes changements. C'est ainsi que dans la nature, comme nous l'avons déja observé, d'une perpétuité de destruction résulte une perpétuité d'existence.

Si la putréfaction dénature & détruit entiérement les substances animales & végétales, la *fermentation* altere notablement en bien ou en mal leur nature. La fermentation transforme en vin, le jus du raisin ; en biere, le suc de l'orge & du houblon ; en pâte de pain, la farine & l'eau ; & ainsi du reste.

603. DÉFINITION II. La *combustion* d'un corps, n'est autre chose que le dégagement du principe inflammable qu'il contient & qui est un de ses constitutifs : ce principe inflammable se nomme *phlogistique*. (1053, 1056.)

1°. Quand le plogistique d'un corps est abondant & dans l'état huileux, ce corps est très-combustible : il brûle avec une flamme brillante & lumineuse, accompagnée de fumée & de suie.

ſuie. C'eſt ainſi que ſe trouve le phlogiſtique dans le bois, dans les réſines, dans les huiles, dans les graiſſes. Le bois de chauffage brûle moins bien, quand *encore verd*, il a trop de parties aqueuſes qui enveloppent ſon phogiſtique; & quand *trop vieux*, il a perdu une trop grande quantité de ſon phlogiſtique évaporé.

II°. Quand le phlogiſtique d'un corps, ſans être dans l'état huileux, eſt abondant & combiné avec lui d'une maniere peu intime; ce corps eſt auſſi très-combuſtible: il brûle avec une flamme plus légere, ordinairement moins lumineuſe, toujours ſans fumée & ſans ſuie. C'eſt ainſi que ſe trouve le phlogiſtique dans l'eſprit-de-vin, dans le ſoufre, dans le phoſphore, dans le zinc.

III°. Quand le phogiſtique d'un corps n'eſt point dans l'état huileux, & qu'il s'y trouve en très-petite quantité & fortement uni & combiné avec ſes principes incombuſtibles; ce corps ne brûle que très-difficilement, toujours ſans flamme, & ſeulement en rougiſſant. Tels ſont les métaux imparfaits, le noir de fumée, certaines matieres charbonneuſes animales, les cendres des végétaux preſque épuiſés de phogiſtique. A meſure qu'un tel corps perd de ſon phlogiſtique, la combuſtion devient de plus en plus difficile: parce que c'eſt toujours la portion la plus volatile & la moins adhérente du phlogiſtique, qui brûle la premiere; & que les parties incombuſtibles retiennent avec la plus grande force, les dernieres portions de leur phlogiſtique, ſelon la loi commune de toutes les affinités.

IV°. Les corps, privés de leur phlogiſtique, ſont réduits à l'état ou de *cendres*, comme dans les ſubſtances animales & végétales; ou de *chaux*,

comme dans les ſubſtances pierreuſes & métalliques; ou de *verre*, comme dans le mêlange de certains ſables & de certains ſels. La grande affinité de ces ſables & de ces ſels, leur fait contracter dans le verre, une adhérence qui réſiſte à l'action de l'air, de l'eau, des plus violents corroſifs, des plus puiſſants diſſolvants.

604. DÉFINITION III. La *calcination* eſt une opération par laquelle on enleve à un corps ſes parties volatiles, ne lui laiſſant que ſes parties fixes, encore adhérentes entre elles. On enleve à un corps ſes parties volatiles, ſoit par une évaporation forcée qui les diſſipe, ſoit par une vraie combuſtion qui les décompoſe & les détruit. Les pierres ſe calcinent au feu, par l'entiere évaporation de leur principe aqueux. Les métaux imparfaits ſe calcinent au feu, par la combuſtion de leur principe inflammable, laquelle leur enleve leurs propriétés métalliques. Les parties fixes d'un corps ſe nomment communément *chaux*, quand elles conſervent entre elles une certaine adhérence; & *cendres*, quand elles ſont ſans adhérence, comme les parties fixes des ſubſtances animales & végétales.

I°. *Les pierres dans leur calcination, perdent environ la moitié de leur poids :* ce qui démontre que les pierres calcaires ſont un compoſé de matiere terreuſe & de quelques ſubſtances volatiles que le feu leur enleve. La chaux vive a la plus grande affinité avec l'eau : delà l'effervescence qu'elle éprouve, quand elle peut s'en imbiber & s'en ſaturer : delà encore l'adhérence qu'elle contracte avec les ſables qui en ſont imbibés; d'où réſulte la dureté du mortier, quand ces ſables, qui retiennent avec la plus grande

force les dernieres portions de leur eau, ont acquis une union intime avec la chaux dépouillée de ſon eau ſurabondante.

II°. *Les métaux imparfaits* (128), *loin de perdre une partie de leur poids dans leur calcination, augmentent en poids :* par exemple, de vingt livres de plomb en nature, on retire, après la combuſtion & la calcination de ce métal, plus de vingt livres de chaux métallique : phénomene ſingulier, qui démontre que ce métal, en perdant ſon phlogiſtique, ſe charge d'une ſubſtance étrangere & abondante, pendant ſa calcination. C'eſt d'un ouvrage couronné il y a environ vingt ans à l'académie de Bourdeaux, que nous allons tirer en peu de mots, l'explication de ce dernier phénomene.

EXPLICATION. Il conſte indubitablement que l'air qui avoiſine la ſurface de la terre, eſt toujours chargé, non-ſeulement de vapeurs aqueuſes, mais encore d'exhalaiſons terreſtres, qui ſont en équilibre avec les différentes couches d'air où elles ſont placées : plus peſantes, elles s'abaiſſeroient ; plus légeres, elles s'éleveroient à une plus grande hauteur. Les *vapeurs* ne ſont qu'une eau atténuée : les *exhalaiſons* ſont des particules immenſément petites de nitre, de ſable, de bitume, de ſels fixes & volatils, que la fermentation enleve ſans ceſſe aux ſubſtances animales, végétales, minérales. Dans une chambre fermée, & où ne pénetre qu'un fort rayon de lumiere, on voit un nuage de ces corpuſcules, tourbillonner dans le rayon lumineux : de ſorte qu'il ne peut y avoir aucun doute ſur l'exiſtence de la cauſe dont nous allons développer l'influence.

I°. La chaleur du feu terreſtre ou ſolaire, que

l'on emploie pour opérer la calcination des métaux imparfaits, dilate & rend plus légere la maſſe d'air qui touche le métal à calciner : d'où il arrive que les couches d'air voiſines, plus denſes & plus peſantes, ſe précipitent ſans ceſſe en torrents, avec tous les corpuſcules hétérogenes qu'elles contiennent, dans l'air plus dilaté qui touche la ſubſtance métallique en feu. Les différentes couches d'air, qui par leur excès de denſité & de peſanteur, ſe précipitent continuellement ſur la ſuface & dans l'intérieur du métal embraſé, y dépoſent les ſels, les huiles, les ſables, toutes les molécules ſolides qu'elles contenoient ; & font ſans ceſſe place par le moyen du feu qui les dilate & les expulſe, à de nouvelles couches qui viennent s'y abſorber & s'y dilater, pour être expulſées à leur tour. Delà l'augmentation de poids dans la chaux métallique, laquelle ſe trouve formée & par la terre du métal, & par le torrent continuel de corpuſcules hétérogenes qui s'uniſſent à cette terre métallique & ſe calcinent avec elle.

II°. Le même méchaniſme phyſique a lieu dans la calcination des pierres, comme dans la calcination des métaux : l'air ſe précipite ſans ceſſe en torrents dans les chaux pierreuſes, comme dans les chaux métalliques. Mais la différente adhérence & la différente affinité des parties, dans les corps calcinables, peut évidemment opérer de grandes différences dans leur calcination. Les ſubſtances métalliques ont, ſans doute, la propriété de s'attacher & de retenir les corpuſcules ſolides que l'air dépoſe inceſſamment dans leur ſubſtance plus tenace & moins poreuſe ; propriété que n'ont pas les pierres

calcaires. Delà l'augmentation de poids dans les premieres, qui acquierent plus qu'elles ne perdent dans leur calcination : delà la diminution de poids dans les dernieres, qui en perdant leur ſubſtance volatile, laiſſent échapper avec elle les molécules hétérogenes que l'air apporte & dépoſe ſucceſſivement dans leur ſein, pendant tout le tems de la calcination.

III°. Quand on calcine les métaux dans des vaſes ouverts, la ſubſtance volatile des charbons ſe précipite en grande partie dans le métal à calciner ; & contribue notablement à augmenter ſon poids, en s'attachant par ſon affinité à la matiere métallique, qui la retient dans ſon ſein, & l'empêche de s'évaporer.

IV°. Si à un grand tube de verre on maſtique une loupe, & qu'au foyer de cette loupe on place une petite quantité de plomb ; après avoir fermé hermétiquement ce tube, on calcinera ce plomb par le feu du ſoleil ; & la chaux qui en réſultera ſera encore plus peſante que n'étoit le métal en nature ; mais l'excès de ſon poids ſera moindre que ſi la calcination avoit été faite en vaſe ouvert : ce qui prouve que pendant la calcination opérée par le feu ſolaire à l'aide d'un miroir ardent, il entre dans ce tube avec la matiere ignée, ſans doute par les pores du maſtic ou du verre dilatés par la chaleur, une quantité de particules hétérogenes qui vont ſe précipiter & s'abſorber dans le métal calciné, mais moins librement & moins copieuſement que ſi la calcination s'opéroit en plein air.

CONCLUSION.

La théorie du globe terreſtre, du regne animal, du regne végétal, du regne minéral, tel eſt le philoſophique tableau que nous avions à mettre ſous les yeux de nos lecteurs dans ce traité : c'eſt le tableau infiniment varié de tout ce qui nous touche & nous intéreſſe de plus près dans la nature. Nous oſons eſpérer qu'on y trouvera réunies & la vérité & la lumiere, qui ſeules peuvent & doivent en faire le mérite.

THÉORIE
DES ÊTRES SENSIBLES,
OU
COURS COMPLET
DE PHYSIQUE.

QUATRIEME TRAITÉ.
THÉORIE DE L'EAU.

NATURE DE L'EAU.
LOIX DE L'HYDROSTATIQUE.
ORIGINE DES FONTAINES ET DES RIVIERES.

THÉORIE
DES ÊTRES SENSIBLES,
OU
COURS COMPLET
DE PHYSIQUE.

QUATRIEME TRAITÉ.

THÉORIE DE L'EAU.

L'ÉLÉMENT de l'*Eau*, diviſé en mers, en lacs, en fleuves, en rivieres, en fontaines, en étangs, occupe au moins les deux tiers de la ſurface du globe terreſtre : par le grand rôle qu'il joue dans la nature, dans le regne animal, dans le regne végétal, dans le regne minéral, dans toute la partie de l'athmoſphere qui avoiſine la terre, cet élément mérite ſpécialement l'attention d'un amateur de la phyſique.

605. DÉFINITIONS. I°. On nomme *mers*, cet

immenſe aſſemblage d'eaux ſalées qui environnent de tous côtés les continents, & qui pénetrent en pluſieurs endroits dans l'intérieur des terres, tantôt par de larges ouvertures, tantôt par des détroits plus ou moins ſerrés. La plus grande étendue d'eaux ſalées, priſe dans ſa généralité, s'appelle *océan*, qu'on diviſe en océan ſeptentrional ou mer Glaciale, en océan méridional ou mer Pacifique, en océan occidental ou mer Atlantique, en océan oriental ou mer des Indes. Les autres mers moins étendues prennent communément des noms relatifs ou à certaines particularités qui les caractériſent, ou aux contrées qui les terminent: par exemple, la Méditerranée eſt ainſi nommée, parce qu'elle eſt ſituée comme au milieu des trois parties de l'ancien monde; la mer Rouge, parce qu'elle repoſe en pluſieurs endroits ſur des bancs ou des rochers formés en eſpeces d'arbres de corail; la mer Noire, parce qu'elle eſt continuellement agitée & tourmentée par d'horribles tempêtes.

II°. On nomme *fleuve*, un grand volume d'eau perſévéramment coulante, qui va ſe décharger dans la mer, capable d'y porter des vaiſſeaux. On nomme *riviere*, un aſſez grand volume d'eau perſévéramment coulante, qui va ſe décharger dans un fleuve. Fleuve & riviere, dans l'uſage ordinaire, ſont des termes aſſez ſynonymes, qu'on applique aſſez ſouvent au même objet: la riviere des Amazones eſt le plus grand fleuve du monde. Les fleuves & les rivieres different des *torrents*, qui ne coulent point perſévéramment, qui s'enflent énormément par les pluies, & tariſſent par la ſéchereſſe.

III°. On nomme *lac*, une étendue assez considérable d'eau environnée de terres, qui ne se desseche jamais, & qui n'a communication avec la mer que par quelque riviere qui le traverse ou par quelques conduits souterreins qui donnent passage à ses eaux. L'eau des lacs est ou stagnante, ou en partie stagnante & en partie coulante.

IV°. On nomme *fontaine*, un petit volume d'eau coulante, qui sort de la terre ou d'un rocher. Fontaine & source, sont deux termes parfaitement synonymes. Les fontaines, par leur réunion en un même volume, forment les lacs, les rivieres, les fleuves.

V°. On nomme *étang*, un grand amas d'eau dormante : c'est un réservoir qui reçoit l'eau sans en dégorger, plus petit qu'un lac; plus difficile à dessécher & moins sujet à la putréfaction qu'un marais. Un *marais* est un amas d'eau dormante & bourbeuse, qui se corrompt, & qui putréfie en même tems la plupart des plantes qui y végetent, & des insectes qui s'y forment.

La nature de l'eau, les loix de l'hydrostatique, l'origine des sources & des rivieres, les phénomenes du flux & du reflux, tel est dans sa totalité l'objet de ce traité. Mais comme le phénomene du flux & du reflux de la mer, est une dépendance de l'astronomie (1448); nous nous bornerons ici aux trois premiers objets.

PREMIERE SECTION.

NATURE DE L'EAU.

606. DESCRIPTION. *L'EAU* eſt un des quatre éléments qui entrent dans la compoſition des corps (179) : elle fait elle-même un corps à part, un corps diaphane, inſipide, inodore, très-rareſcible, communément fluide, ſenſible & palpable. L'eau pure paroît être un aſſemblage de molécules homogenes, indiſſolubles, inflexibles, extrêmement petites, très-liſſes & très-gliſſantes, ſans aucune adhérence ſenſible des unes aux autres, ſans aucune vertu propre à affecter les organes du goût & de l'odorat.

On diviſe communément l'élément aqueux en eaux douces, en eaux ſalées, en eaux minérales : l'eau dans ces trois états, eſt habituellement un liquide ; l'eau, dans l'état de congelation, eſt un ſolide ; l'eau, dans l'état de vapeur, eſt un fluide. Tels ſont les cinq différents points de vue, ſous leſquels nous allons enviſager la nature de l'eau.

I°. *EAU DOUCE.*

607. OBSERVATION. L'eau de pluie, qui va former les fontaines, les lacs, les fleuves, eſt la ſeule eau douce ; & cette eau douce devient ſalée, quand elle paſſe ſur des mines de ſel dans les entrailles de la terre.

I°. L'*eau de pluie*, recueillie dans des vaſes propres & inaltérables, à meſure qu'elle tombe du ciel, eſt l'eau la plus ſimple, la plus pure,

la plus homogene : elle contient cependant toujours quelques ſubſtances ſalines, terreuſes, ſulfureuſes, étrangeres à ſa nature ; comme l'ont obſervé une foule de chymiſtes, qui l'ont analyſée avec le plus grand ſoin dans toutes les contrées du monde. Ces ſubſtances hétérogenes ſont des exhalaiſons dont elles s'impregne en tombant de l'athmoſphere, & qu'elle tient en diſſolution par ſa vertu attractive. (109.)

II°. L'*eau de ſource*, ſavoir, l'eau de fontaine & de riviere, eſt moins ſimple & moins pure que l'eau de pluie : parce qu'en coulant ſur le ſable & ſur la terre, elle ſaiſit & tient en diſſolution une foule de corpuſcules hétérogenes de différente eſpece, avec leſquels elle a une plus grande affinité. Delà les différentes qualités des eaux de ſource, qualités relatives aux ſubſtances dont elles ſe ſont imprégnées en coulant ſur la ſurface ou dans l'intérieur de la terre.

III°. L'*eau de puits* a la même origine que l'eau de fontaine ; elle eſt cependant communément plus crue, plus indigeſte, plus aſtringente que l'eau de ſource : ſans doute, parce que les matieres hétérogenes qu'elle tient en diſſolution, n'ont pas été atténuées, macérées, comme à demi digérées, par le mouvement & le frottement qu'éprouve ſans ceſſe l'eau coulante.

IV°. L'*eau d'étang*, qui n'a point d'écoulement, eſt trouble & griſâtre, d'une odeur inſipide, d'un goût bourbeux, d'une qualité malfaiſante ; vices qu'elle doit à un commencement de putréfaction occaſionnée par le défaut de mouvement, & par la multiplicité de plantes & d'inſectes, qui ſe corrompent dans ſon ſein. Les vapeurs des divers étangs, infectent ſouvent &

rendent mal-ſaines, les contrées où elles s'exhalent.

V°. L'*eau de citerne* eſt une eau de pluie ramaſſée dans des réſervoirs communément ſouterreins : elle eſt excellente & pour les plantes & pour les animaux. Elle n'a point le vice de l'eau des étangs : parce qu'elle n'eſt point infectée, comme celle-là, par la putréfaction des plantes & des inſectes.

VI°. L'*eau de lac* a à peu près la même qualité que l'eau de riviere : coulante, elle ne differe en rien de l'eau des rivieres ; ſtagnante, elle eſt aſſez agitée & battue par les vents, pour s'épurer & pour ſe garantir de la putréfaction.

608. REMARQUE I. L'eau douce qu'on porte ſur les vaiſſeaux pour l'uſage des mariniers, ſe corrompt quand on paſſe ſous la ligne ou ſous l'équateur pendant les grandes chaleurs ; acquiert un goût putride, & une odeur inſupportable ; ſe remet enſuite à peu près dans ſon premier état, & redevient potable.

Il eſt vraiſemblable qu'elle doit cette putréfaction commencée, à la putréfaction des matieres hétérogenes qui lui ſont mêlées, ou qui s'échappent du ſein des vaſes où elle eſt contenue : elle ſe trouve alors à peu près dans le cas des eaux de marais. Mais comme les corpuſcules hétérogenes qu'elle avoit dans ſa ſource ou quelle emprunte de ſes vaſes, ſont en fort petite quantité dans ſa maſſe ; quand la fermentation a achevé la putréfaction de ces ſubſtances étrangeres, elles ſe dégagent de l'eau, & ſe dépoſent en marc au fond des vaſes ; & alors l'eau, incorruptible & indeſtructible en elle-même (94), eſt rendue à ſa nature : ce qui n'a point lieu dans les marais,

où l'eau reſte toujours chargée d'une quantité conſidérable de corpuſcules infects, qui augmentent ſans ceſſe en maſſe, ſoit par l'évaporation de l'eau, ſoit par la putréfaction toujours renaiſſante des végétaux & des inſectes.

609. REMARQUE II. L'eau pure, l'eau de pluie, eſt notablement plus légere que l'eau de la mer : un pied cube d'eau de pluie peſe environ 70 livres ; un pied cube d'eau de mer en peſe environ 73 : l'eau de riviere ne differe que fort peu en peſanteur, de l'eau de pluie.

On conçoit par-là, pourquoi un vaiſſeau s'enfonce moins dans la mer, que dans un fleuve ; pourquoi on nage plus aiſément dans une eau ſalée, que dans une eau douce. (647.)

II°. *EAU SALÉE.*

610. OBSERVATION. Toutes les eaux de la mer, les eaux de quelques lacs & de quelques fontaines, loin d'être pures & homogenes, ſont chargées de beaucoup de ſel, & ont une qualité âcre & amere.

I°. *L'eau de la mer n'eſt pas par-tout également ſalée :* elle contient plus de ſel dans la zone torride, que dans les zones tempérées ; dans les zones tempérées, que dans les zones glaciales. En général, elle a à peu près entre un vingtieme & un trentieme de ſel : elle n'en eſt donc pas ſaturée ; puiſqu'il conſte par l'expérience, que l'eau peut en diſſoudre & en tenir en diſſolution environ un quart de ſon poids.

Quelques naturaliſtes ont penſé que la ſalure de l'eau de la mer eſt due à des montagnes de ſel, placées au fond des abymes, que l'eau diſſout

ſucceſſivement. Mais ſi cela étoit, l'eau de la mer devroit devenir de jour en jour de plus en plus ſalée : puiſque la mer acquerroit ſans ceſſe un nouveau ſel, par la diſſolution de ces montagnes ſalines ; & qu'il conſte par l'expérience, qu'elle ne perd rien de ſon ſel par l'évaporation.

Il eſt donc plus que vraiſemblable, comme le penſent la plupart des phyſiciens, que la ſalure de l'eau de la mer lui vient du ſel qui lui fut mêlé & qu'elle tient en diſſolution depuis le commencement des tems ; & il paroît que la Providence donna aux eaux de la mer ce degré de ſalure, pour deux fins principales ; ſavoir, pour empêcher la corruption de cet élément, & pour fournir à toutes les contrées la quantité de ſel néceſſaire aux plantes & aux animaux. A meſure que l'eau de la mer s'évapore, l'eau reſtante retient le ſel moins évaporable ; & l'eau des fleuves, qui va ſans ceſſe réparer les pertes occaſionnées par l'évaporation, entretient toujours à peu près le même degré de ſalure dans la mer, en s'imprégnant de ſel à meſure qu'elle y arrive. Sous l'équateur, la ſalure eſt beaucoup plus grande : parce que l'évaporation y eſt beaucoup plus conſidérable, & qu'il faut du tems à l'eau des fleuves, pour que cette eau douce ſe communique aux grandes mers éloignées de leur embouchure. D'où il doit arriver que ces mers perdant plus & acquérant moins d'eau douce, doivent être proportionnellement plus ſalées.

II°. *L'eau de la mer a une amertume indépendante de ſa ſalure :* puiſque l'eau de riviere, chargée d'une égale ou d'une beaucoup plus grande quantité

tité de sel, n'a point la même qualité âcre & amere.

Quelques naturalistes avoient soupçonné que cette amertume étoit due à des matieres bitumineuses, dissoutes dans cette eau : mais la chymie, après toutes les distillations imaginables, n'en a jamais rien pu extraire qui eût le moindre rapport avec le bitume. Elle en a tiré du sel commun, du sel de glauber, de la selénité, & du sel marin à base terreuse, différent du sel commun. Il est assez probable que c'est au sel à base terreuse, qu'est due sa qualité amere.

Tentatives pour dessaler l'eau de la mer.

611. OBSERVATION. On a cherché de tout tems, un moyen simple & facile de *rendre potable l'eau de la mer*, en la dépouillant de sa salure & de son amertume : mais ce moyen simple & facile, est-on venu à bout, & comment peut-on venir à bout de le trouver ? La filtration, la distillation, l'évaporation, sont les trois voies qu'on a tentées, ou les trois moyens qu'on a employés, pour parvenir à cette fin.

I°. La *filtration* à travers des sables & des pierres poreuses, n'enleve à l'eau de la mer qu'une partie de son sel, de son âcreté, de son amertume : elle ne la rend point potable.

II°. La *distillation* (*) dans les alambics, approche un peu plus du succès ; mais elle n'est pas encore suffisante, du moins comme on l'opere

(*) L'art de la distillation étoit inconnu aux anciens : c'est une invention des Arabes.

communément, pour rendre l'eau de la mer potable & ſalutaire : parce que ce qu'il y a de plus ſpiritueux & de plus volatil dans les particules qui forment la ſalure & l'amertume, s'éleve avec l'eau en vapeurs pendant la diſtillation (170). Il y a dans l'eau de la mer, & un ſel fixe & un ſel volatil, l'un & l'autre âcre, amer, inſalubre : le premier plus abondant, reſte au fond de l'alambic ; le ſecond eſt exalté par la chaleur avec les vapeurs aqueuſes. Ces vapeurs recueillies & ſoumiſes à une nouvelle diſtillation, ſe dégagent d'une nouvelle quantité de leur matiere âcre & amere, toujours un peu moins volatile que l'eau : mais l'eau, par ſon affinité avec ces ſubſtances, en entraîne encore en vapeurs une partie ſuffiſante pour la vicier. D'ailleurs ces opérations ſont accompagnées de difficultés qu'on eſt rarement à portée de vaincre en pleine mer.

L'eau marine, diſtillée comme elle l'eſt communément, produit les effets les plus ſiniſtres ſur ceux qui en uſent. Les lames ſubtiles du ſel cauſtique, dont elle reſte plus ou moins imprégnée, pénetrent & déchirent la tiſſure délicate des membranes de l'eſtomac, des inteſtins, des autres parties du corps : en les pénétrant, en les déchirant, elles reſſerrent, retréciſſent, durciſſent une infinité de petites fibres & de petits vaiſſeaux, dont elles détruiſent l'action & la fonction ; & par-là elles occaſionnent des obſtructions opiniâtres & ſouvent incurables, les tumeurs ſquirreuſes qu'on remarque dans ceux qui boivent des eaux mal-ſaines ; elles excitent les vomiſſements, la colique, les diarrhées, la dyſſenterie, le ſcorbut ; & loin d'éteindre la ſoif, elles l'irritent & l'augmentent. Quel ſervice eſſentiel ne rendroit donc

pas à l'humanité, celui qui, en rendant potable l'eau de la mer, arracheroit à la maladie & à la mort tant de milliers de malheureux, qui périſſent ſur cet élément, par le défaut d'une eau ſalutaire!

Perſonne ne s'eſt occupé avec plus de ſoin de ce grand objet, que le ſavant Anglois M. Hales, connu dans toute l'Europe par ſon habileté à faire des expériences, par ſon exactitude ſcrupuleuſe à les examiner, par ſa patience à les réitérer, par ſa ſagacité à profiter des ouvertures qu'elles lui donnoient. L'eau de mer par lui diſtillée ne devint cependant jamais telle qu'il la deſiroit, agréable & ſalubre. Il prit d'abord de l'eau de mer naturelle, qu'il diſtilla; & il obſerva que cette eau diſtillée, quand la diſtillation n'étoit pas pouſſée au-delà du tiers, avoit peu de ſalure & d'amertume, commençoit à être potable dans un cas de néceſſité, ſans être encore ſalubre dans un uſage durable; & que cette eau devenoit d'autant moins potable, que la diſtillation étoit pouſſée plus loin. Il prit enſuite de l'eau de mer putréfiée; & après une ſemblable diſtillation, il eut une eau un peu plus pure & un peu moins nuiſible que la précédente, mais qui n'étoit point encore propre à ſervir de boiſſon pendant un tems conſidérable. Il prit enfin de l'eau de mer qui, après avoir été putréfiée, avoit été rendue à ſon état naturel: le réſultat de celle-ci donnoit, dans la diſtillation, une eau plus pure & plus ſaine que les deux réſultats précédents, une eau potable ſans devenir nuiſible. Mais en approchant du but, M. Hale voyoit augmenter les difficultés; & ſes découvertes devenoient comme impraticables ſur mer.

où elles pouvoient uniquement être utiles.

Dans ces derniers tems, M. Appleby, chymiſte Anglois, a trouvé le ſecret de rendre potable l'eau de la mer. Cette découverte lui a mérité une récompenſe conſidérable de la part du parlement d'Angleterre, qui a fait publier ſon ſecret. « Ce ſecret conſiſte, dit le dictionnaire encyclopédique, à mettre quatre onces » de pierre à cautere & d'os calcinés, ſur environ vingt pintes d'eau de mer. On diſtille » enſuite cette eau avec un alambic (169); & » l'eau qui paſſe à la diſtillation, eſt parfaitement » pure : cette expérience a été répétée avec ſuccès par M. Rouelle ». La pierre à cautere & les os calcinés peuvent faire la fonction d'un intermede ou d'un précipitant (118) propre à abſorber & à retenir les ſels cauſtiques; tandis que la partie aqueuſe s'exalte & ſe ſublime, dégagée de toutes les ſubſtances qui peuvent la rendre nuiſible & mal-faiſante. Si cette découverte eſt auſſi certaine qu'on l'aſſure, il ne ſera pas bien difficile de ſe procurer perſévéramment une eau potable ſur mer. « Pour peu qu'on veuille s'en » donner la peine, on adaptera les vaiſſeaux » diſtillatoires à la cheminée de la cuiſine du » vaiſſeau; & ſans augmentation de dépenſe, on » pourra diſtiller continuellement de l'eau de » mer, en même tems qu'on préparera les ali» ments des équipages ».

M. Poiſſonnier a trouvé auſſi l'art de deſſaler & de rendre potable l'eau de la mer. Sa maniere eſt une diſtillation, aidée de quelques intermedes, dont il n'a pas encore fait connoître la nature.

L'un des plus grands chymiſtes de notre ſiecle,

qui excelle également & dans la théorie & dans la pratique de ſon art, le célébre Maquer, prétend que la diſtillation ſeule, quand elle eſt bien faite, ſuffit pour rendre ſaine & potable l'eau de la mer; & que tout l'art de ſe procurer ſur mer une eau ſalubre par ce moyen, conſiſte à y conſtruire un alambic, tel que l'agitation & le roulis du vaiſſeau ne troublent point la diſtillation, en lançant des ondées vers le chapiteau. J'en ai fait moi-même l'expérience, nous a dit tout récemment (*) ce ſavant chymiſte; & en voici l'occaſion. Un inconnu s'adreſſa à M. de la Galiſſonniere, peu de tems avant le ſiege de Port-Mahon; & lui aſſura qu'il avoit le ſecret de deſſaler & de rendre potable l'eau de la mer. Je fus chargé d'éprouver ce ſecret: on porta chez moi une quantité aſſez conſidérable d'eau de mer; & j'en diſtillai une partie, dans laquelle l'inconnu jetta quelques matieres. L'eau qui réſulta de la diſtillation, fut parfaitement potable: elle ne différoit en rien d'une eau de riviere, diſtillée de la même maniere. Avant de donner mon rapport, je diſtillai de la même façon la partie d'eau de mer qui m'étoit reſtée, ſans y mettre aucun intermede; & l'eau qui en réſulta, fut en tout parfaitement ſemblable à la précédente: en telle ſorte que l'inconnu, à qui je déclarai ce que j'avois fait, & qui ne trouva lui-même aucune différence entre les deux eaux diſtillées, ſe retira ſans oſer reparoître; & nous apprit par-là, que les prétendus intermedes qu'il employoit, n'étoient qu'un leurre deſtiné à donner un air de myſtere à une choſe toute ſimple.

(*) Le 16 octobre 1771.

III°. L'*évaporation* dégage parfaitement l'eau de la mer, de ſa ſalure & de ſon amertume : puiſque l'eau de pluie, qui vient preſque toute de l'eau de la mer évaporée, n'eſt ni amere, ni ſalée. Dans un temps calme, les mariniers revêtent les côtés de leurs vaiſſeaux, pendant la nuit, d'éponges & de peaux de moutons, qui s'imbibent des vapeurs exaltées de la mer; & qui, preſſées, leur donnent une petite quantité d'eau douce, potable & ſalubre. Dans l'évaporation, qui eſt une diſtillation douce & lente en plein air, les vapeurs aqueuſes s'exaltent ſans entraîner les ſels volatils que la diſtillation artificielle enleve avec elles: ſoit que le reſſort & la peſanteur de l'air environnant les arrêtent; ſoit que l'air, ayant une grande affinité avec l'eau, faſſe la fonction de précipitant par rapport à ces ſels (118), & les ſépare de l'eau par ſon affinité ſupérieure avec cette ſubſtance.

M. Gautier, médecin de Nantes, avoit tenté d'employer une évaporation artificielle, pour rendre potable l'eau de la mer, par des procédés dont on peut voir l'artifice & le méchaniſme dans la préface du traducteur de M. Hales; artifice & méchaniſme qui conſiſtent principalement à faire rouler un cylindre de fer fortement chauffé, au-deſſus d'un réſervoir empli d'eau, dont les vapeurs s'élevent vers un chapiteau commun qui les réunit. Mais comme cette tentative eſt reſtée ſans ſuccès, qu'elle eſt ſujette à de trop grands embarras ſur mer, & que l'évaporation forcée qu'elle procure, revient foncié-rement à une eſpece de diſtillation ; nous nous abſtiendrons d'en donner une plus ample notion.

III°. *EAUX MINÉRALES.*

612. OBSERVATION. On voit en différentes contrées une foule de ſources, dont l'eau n'eſt proprement ni douce, comme l'eau de pluie; ni ſalée, comme l'eau de mer; dont l'eau eſt combinée avec des ſubſtances minérales infiniment atténuées, qu'elle extrait des entrailles de la terre, & qu'elle tient en diſſolution (109). Parmi ces ſources, il y en a de chaudes, il y en a de froides.

I°. L'*eau eſt naturellement froide*, & ne devient chaude que par la chaleur que lui communique un feu étranger à ſa nature. Quand elle coule pure dans l'intérieur de la terre, elle a préciſément le degré de froid ou de chaud des canaux où elle coule, des ſables, des pierres, des terres, à travers leſquelles elle ſe filtre. Les ſources d'eau douce qui naiſſent du creux d'un rocher ou d'une profonde cavité de la terre, ont toujours à peu près, en été & en hiver, la même température; comme on peut s'en aſſurer & s'en convaincre par le moyen d'un thermometre: elles ne paroiſſent chaudes en hiver & froides en été, que parce qu'on en juge par comparaiſon avec la température actuelle de l'athmoſphere dont on eſt affecté. C'eſt ainſi que, quoique pluſieurs caves, telles que celles de l'obſervatoire de Paris, aient préciſément la même température en été & en hiver; quand on y deſcend, on les trouve chaudes en hiver, & froides en été. S'il y a quelque différence réelle de température dans ces caves, & dans d'autres ſemblables ſouterreins qui ne communiquent point, ou qui ne

communiquent qu'infiniment peu avec l'air extérieur, c'eſt un peu moins de froid en été qu'en hiver.

II°. Quoique naturellement froide, *l'eau peut s'échauffer dans l'intérieur de la terre*, ſoit par le voiſinage d'un feu réel, ſoit par une effervescence intrinſeque. L'eau qui coule au voiſinage d'un feu ſouterrein, tel que celui d'un volcan ou d'une mine de charbon, ſera échauffée par la chaleur du lieu où elle paſſe. L'eau qui coule dans des mines de chaux, de pyrites, de ſubſtances fermenteſcibles, fermente avec ces matieres qu'elle attire, diviſe, diſſout; & acquiert une chaleur qu'elle peut conſerver juſqu'à la ſource où elle fait ſon éruption. Delà les eaux minérales, qui varient ſelon la nature des ſubſtances où elles s'infiltrent: il y en a de bitumineuſes, de ſavonneuſes, de ferrugineuſes, de ſulfureuſes, de vitrioliques, d'arſenicales; ſelon la nature des principes qu'elles tiennent en diſſolution.

Parmi ces eaux minérales, on nomme *eaux froides*, celles qui n'excedent point le degré de chaleur de l'athmoſphere ou de la terre: on nomme eaux chaudes, ou *eaux thermales* (de θερμὸς, *calidus*) celles qui ont un degré de chaleur ſupérieur à celui de la terre ou de l'athmoſphere. Comme pluſieurs de ces eaux minérales, froides ou chaudes, ont des vertus médicales; la chymie s'occupe utilement à en connoître la nature, par la connoiſſance des principes qui entrent dans leur compoſition. Il s'agit pour cela de les *analyſer*; c'eſt-à-dire, de ſéparer ces eaux de leur alliage, & d'examiner les divers principes qu'elles tiennent en diſſo-

lution : ce qui ſe fait ou par l'évaporation, ou par la diſtillation (170), ou par la filtration, ou par la précipitation. (118.)

IV°. *EAU CONGELÉE.*

613. OBSERVATION. Quoique l'eau ſoit naturellement fluide, un certain degré de froid, lui fait perdre ſa fluidité ; & la convertit en une maſſe dure & ſolide (221), qu'on nomme *glace.*

I°. L'eau ſe gele communément, quand la température de l'air environnant répond au zero du thermometre de Reaumur (210) ; & elle ſe gele d'autant plus promptement & d'autant plus fortement, que le froid eſt plus grand. La glace eſt une eſpece de congelation ou de cryſtalliſation de l'eau (120) : elle commence toujours par la ſurface. Quand la gelée commence, on voit ſe former ſur la ſurface d'une eau tranquille, de petites aiguilles qui s'implantent les unes aux autres, ſous un angle communément de ſoixante, quelquefois de trente ou de cent vingt degrés. La grêle n'eſt qu'une eau gelée dans l'athmoſphere.

II°. L'eau ſe gele pour l'ordinaire d'autant plus aiſément, qu'elle eſt plus pure : l'eau de pluie gele plus facilement que l'eau de riviere ; l'eau de riviere, que l'eau de mer ; une eau de mer peu ſalée, qu'une eau de mer fort ſalée. Dans les mers ſeptentrionales, qui ſont très-peu ſalées, l'eau ſe gele à un degré de froid qui ne ſeroit point ſuffiſant pour la geler dans des régions plus méridionales, où

l'eau de la mer contient beaucoup plus de ſel. Sous les cercles polaires & au-delà, la mer gele réguliérement tous les hivers : en pluſieurs endroits, les glaces entaſſées & accumulées ont quelquefois deux ou trois cents pieds d'épaiſſeur. On a obſervé dans les pays ſeptentrionaux, que quand on expoſe au froid dans un baſſin, une quantité d'eau de la mer, la partie la plus aqueuſe ſe convertit d'abord en glace vers la ſurface ; la partie la plus ſaline reſte fluide au fond. Cette glace fondue eſt preſque une eau pure, peu ſalée & peu amere, ſans être cependant potable ; mais la partie fluide, qui étoit reſtée ſous cette glace, eſt très-ſalée & très-amere : évaporée, elle donne une abondante quantité de ſel commun (127). La gelée fait dans ces contrées, ce que font les *évaporatoires* dans les ſalines de Manheim, de Lorraine, de Montmorot en Franche-Comté : elle enleve à l'eau une grande quantité de ſa partie aqueuſe, & concentre ſa partie ſaline qui ſe gele & s'évapore moins facilement. (127.)

III°. Le mouvement tranſlatif de l'eau, rend ſa congelation moins prompte & moins facile : une eau dormante gele plus aiſément qu'une eau coulante ; un fleuve lent & paiſible, qu'un fleuve rapide & impétueux ; les bords d'une riviere, que le courant ou le fil de l'eau. La raiſon en eſt, que l'agitation de l'eau diviſe, ſépare, briſe en mille & mille manieres, les petites aiguilles qui ſe forment à la premiere impreſſion d'un froid convenable, & qui doivent, en s'uniſſant, en s'implantant les unes aux autres, en ſe cryſtalliſant, former la glace.

IV°. L'eau gelée préſente un grand phénomene, dont l'explication embarraſſe fort les phyſiciens. Le froid qui condenſe tous les corps (204), qui diminue leur volume, qui produit le même effet ſur l'eau tant qu'elle eſt dans un état de liqueur, fait un effet tout contraire ſur l'eau gelée; la dilate & augmente ſon volume. C'eſt un fait certain, que plus il gele, plus l'eau glacée augmente en volume, & diminue en peſanteur ſpécifique : ce qui eſt le contraire des autres corps. C'eſt pour cette raiſon que la glace ſurnage ou demeure ſuſpendue ſur l'eau. Selon les expériences & les obſervations de M. de Mairan ſur la glace, l'augmentation de volume que l'eau acquiert en ſe glaçant, égale environ la quatorzieme partie du volume qu'elle avoit étant fluide : ſa peſanteur ſpécifique diminue auſſi d'environ un quatorzieme du poids qu'elle avoit dans l'état de liquidité. Il réſulte de cette expérience & de cette obſervation, qu'un volume d'eau, qui étant liquide occupe quatorze pieds cubes, par exemple, doit occuper quinze pieds cubes, étant glacée.

C'eſt cette augmentation de volume dans l'eau gelée, qui fait fendre avec violence les arbres dans les forêts, les rochers dans les montagnes; quand l'eau interceptée dans des troncs d'arbres, dans des creux de rochers, s'y convertit en glace, augmente en volume, & acquiert une immenſe force expanſive. C'eſt pour cette raiſon que la gelée eſt ſi funeſte aux plantes de toute eſpece, quand elles ſont en ſeve : elles ont alors dans toute leur ſubſtance, une abondante quantité d'eau, qui notablement dilatée par la congelation, déchire leurs fibres longitudinales &

tranſverſales, & altere l'économie de leur organiſation. Un prompt dégel, accompagné d'un ſoleil vif & ardent, leur eſt encore plus funeſte : vraiſemblablement parce que dans cet état, à meſure que la glace interceptée entre les premieres couches, ſe fond ſubitement, la glace plus intérieure fait ſon expanſion avec plus de liberté, & opere plus de ravage dans l'intérieur de la plante. C'eſt peut-être auſſi pour la même raiſon, entrevue ou ſoupçonnée, que les habitans du nord, quand ils ont quelque membre gelé, commencent par le dégeler lentement en le frottant d'abord avec de la neige & enſuite avec de l'eau froide ; & ne l'expoſent à la chaleur du feu ou du lit, que lorſqu'il eſt parfaitement dégelé d'une maniere inſenſible : ils reuſſiſſent par-là à ſauver un bras ou une jambe, qui, dégelés ſubitement auprès du feu, ſeroient tombés peu de jours après en pourriture.

V°. L'eau convertie en glace par un grand froid, acquiert une ſi grande dureté, une telle tenacité ou adhérence de parties, qu'on a de la peine à la rompre avec le marteau. On conſtruiſit à Petersbourg en 1740, un palais de glace, très-ſolide & d'une belle architecture. Devant ce palais étoient ſix canons & deux mortiers de glace, dans les mêmes proportions que ceux de fonte. Ces canons étoient du calibre de ceux qui portent ordinairement trois livres de poudre : on ne leur en donna cependant qu'un quarteron. On les tira ; & le boulet d'une de ces pieces, perça à ſoixante pas, une planche de deux pouces d'épaiſſeur ; ſans que le canon qui n'avoit qu'environ quatre pouces d'épaiſſeur, éclatât par une ſi forte explo-

ſion. On peut faire auſſi avec de la glace, des loupes ou des miroirs ardents, qui enflamment la poudre, l'amadou, le papier, des linges, & d'autres matieres combuſtibles, expoſées à leur foyer à une plus ou moins grande diſtance.

VI°. Il y a, & ſur la ſurface & dans l'intérieur de la terre, un grand nombre de *glacieres naturelles*, où l'eau eſt conſtamment en glace, en été comme en hiver. Les glacieres placées ſur la ſurface de la terre, doivent leur congelation aux frimats qui regnent éternellement ſur les montagnes qu'elles occupent. Les glacieres placées dans l'intérieur de la terre, où regne communément une température bien moins froide que celle qui glace l'eau à ſa ſurface, doivent leur congelation à différentes eſpeces de ſels foſſiles, qui ſe mêlant avec l'eau, ont la vertu de la coaguler.

Parmi les glacieres extérieures, expoſées à l'action de l'air & du ſoleil, une des plus merveilleuſes eſt la *glaciere de Grindelwald* en Suiſſe, où le fond d'un vallon & la pente d'une montagne ſe préſentent dans une étendue d'environ cinq cents pas, ſous l'image d'une mer horriblement agitée, dont les flots ſuſpendus en pyramides irrégulieres, auroient été ſubitement ſaiſis par la gelée. On en voit pluſieurs autres, aſſez ſemblables, dans les Alpes, communément au nord des montagnes. Quel ſpectacle frappant pour un obſervateur, quand dans un beau jour d'été, placé ſur un côteau fleuri au voiſinage d'une de ces glacieres, il découvre d'un même coup-d'œil dans la nature, les frimats de l'hiver, les fleurs du printems, les fruits l'été & de l'automne!

Parmi les glacieres enfermées dans le ſein de la terre, la *glaciere de Franche-Comté*, ſituée à cinq lieues au nord-eſt de Beſançon, près de l'abbaye de la Grace-Dieu, ſeroit la plus ſinguliere glaciere qu'il y ait au monde, ſi tout ce qu'on en débite, s'accordoit avec la vérité. C'eſt une grotte très-profonde, où l'on deſcend par un plan très-incliné du nord au midi : à chaque pas qu'on fait en deſcendant, on ſent le froid augmenter ſenſiblement : on arrive dans une voûte ſouterreine, aſſez large & aſſez élevée, où le thermometre ſe ſoutient en tout tems un peu au-deſſous du degré qui marque la congelation. Je viſitai cette fameuſe glaciere, en 1765, dans les plus grandes chaleurs de l'été, accompagné de feu Dom Mamiel, alors abbé de la Grace-Dieu; & je n'y trouvai qu'une ſimple nappe de glace, de huit à dix pieds de diametre & d'environ un pied & demi d'épaiſſeur. Je demandai à Dom Mamiel s'il étoit vrai, comme on le débitoit, que cette glaciere eût communément plus de glace en été qu'en hiver : ce qui ſeroit un phénomene fort ſingulier. Dom Mamiel, perſonnage judicieux & éclairé, m'aſſura que pendant tout le tems qu'il avoit paſſé à l'abbaye de la Grace-Dieu, il avoit preſque toujours accompagné en toute ſaiſon, les curieux qui alloient viſiter la glaciere; qu'il y avoit toujours vu en été comme en hiver, à peu près la même quantité de glace; ou que s'il y avoit obſervé quelque petite diminution, c'étoit en été : qu'autrefois cette glaciere étoit enrichie de très-belles colonnes & de très-belles pyramides de glace, qui avoient ceſſé à l'occaſion de certaines dégradations qu'avoit ſouffert l'ouverture de la

glaciere ; mais que ces colonnes & ces pyramides y étoient également & en hiver & en été : qu'ainſi la merveille de cette glaciere rentroit dans la claſſe commune des glacieres naturelles.

FORMATION DE LA GLACE.

Comment ſe forme la glace ? Comment une eau fluide ſe convertit-elle en une eſpece de cryſtal ſolide ? Eſt-ce par la ſimple abſence ou privation du feu, qui ceſſe d'écarter les molécules de l'eau ? Eſt-ce par l'interpoſition d'une matiere étrangere, qui unit & coagule les molécules de l'eau ? Telle eſt la queſtion, moins utile que curieuſe, qui partage encore les phyſiciens.

614. ASSERTION. *Le phénomene de la congelation de l'eau ne paroît point avoir pour cauſe unique, la ſimple abſence ou privation du feu : il ſemble exiger & ſuppoſer le mêlange de quelques ſubſtances hétérogenes avec les molécules aqueuſes.*

DÉMONSTRATION. I°. Si la congelation de l'eau avoit uniquement pour cauſe, la ſimple abſence ou privation du feu ; il eſt évident que les molécules aqueuſes, en ſe glaçant, loin d'augmenter en volume, devroient perdre une partie de leur volume, en prenant un contact plus intime, qui occaſionne leur adhérence (221) : ce qui eſt contraire au phénomene de la congelation de l'eau.

II°. Si la congelation de l'eau avoit uniquement pour cauſe, la ſimple abſence ou privation du feu ; l'eau devroit toujours ſe geler au même degré de froid : ce qui eſt encore contraire à

l'expérience. Car il conſte par les obſervations faites en France, en Italie, en Angleterre, en Hollande, en Ruſſie, que la même eau ne ſe gele pas toujours au même degré de froid; ou que l'eau, pour ſe geler, exige tantôt un plus grand, tantôt un moindre degré de froid.

III°. Si la congelation de l'eau avoit uniquement pour cauſe, la ſimple abſence ou privation du feu; cette eau, en reprenant ſon état liquide, devroit avoir la même qualité & la même ſalubrité qu'elle avoit avant d'être convertie en glace: ce qui eſt encore contraire à l'expérience. Car il conſte que l'eau de glace n'eſt pas auſſi ſalutaire pour les plantes & pour les animaux, que l'eau de pluie & de ſource: que l'eau de glace a une crudité qui ſe fait ſentir quand on la goûte; crudité qui annonce l'exiſtence d'une ſubſtance étrangere à l'eau & mêlée avec elle; crudité qui la rend d'un mauvais uſage pour le café, pour le thé, pour la coction de pluſieurs ſortes d'aliments; crudité à laquelle on attribue les goîtres ſi communs dans pluſieurs contrées des Alpes, où les ſources, formées par la fonte des neiges & des glaces, n'ont pas eu le tems de ſe dépouiller des ſubſtances hétérogenes qui avoient occaſionné leur congelation.

IV°. Les méthodes connues de faire de la glace artificielle, annoncent encore d'une maniere ſenſible, que la congelation de l'eau a pour cauſe, le mêlange de quelques ſubſtances hétérogenes (qu'on nomme *eſprits frigorifiques*) avec les molécules aqueuſes. Par exemple,

Si dans un pot empli de neige mêlée avec du ſel, on met un grand gobelet plein d'eau, & qu'on place ce pot ſur le feu; l'eau contenue dans

dans le gobelet ſe gelera, dès que la neige & le ſel contenus dans le pot commenceront à ſe fondre. La congelation de l'eau dans le gobelet ſe feroit ſans le ſecours du feu; mais le feu accélere cette congelation: car l'eau ſe gele d'autant plus vîte dans le gobelet, que la neige ſe fond plus promptement dans le pot.

Dira-t-on que le feu chaſſe la *privation du feu*, de la neige dans l'eau? Ou que le feu accélere l'évaporation de certaines *ſubſtances frigorifiques*, qui en paſſant de la neige dans l'eau, coagulent cette liqueur, augmentent le contact & le volume de ſes parties, en s'interpoſant comme une colle entre les molécules aqueuſes? Il eſt évident que la premiere explication ſeroit abſurde, & que la ſeconde eſt ſeule raiſonnable. Donc la congelation de l'eau n'a point pour cauſe unique, la ſimple abſence ou privation du feu: donc la congelation de l'eau exige, avec un certain degré de froid, le mêlange de certaines ſubſtances étrangeres à l'eau & propres à lier entre elles les molécules de cet élément. C. Q. F. D.

615. REMARQUE I. On peut auſſi faire de la glace avec de l'eau de grêle, de glace, de neige, conſervée dans une cave, & qui s'eſt fondue d'elle-même. Quoique cette eau ait le degré de chaleur des caves, ſi on y mêle du ſel ammoniac, elle deviendra ſi froide, qu'elle convertira preſque ſur le champ en glace, une autre eau que l'on aura miſe dans un gobelet au milieu de cette eau de glace.

Par le mêlange & la combinaiſon de divers ſels avec la neige ou la glace, on peut augmenter comme à l'infini le froid. MM. Griſchow &

Braun produiſirent par ce moyen, à Petersbourg en 1759, un froid artificiel qui fit deſcendre le mercure dans le thermometre, à 180 degrés & 2 tiers ſelon la diviſion de Reaumur, au-deſſous de la congelation; & qui fixa le mercure au point de le rendre ductile & malléable. Quand le mercure ceſſa de deſcendre & de ſe condenſer, malgré l'action des nouveaux ſels qui devoient opérer une nouvelle condenſation, on caſſa le globe & le tube de verre; & le mercure en ſortit ſolide, ſous la forme d'une boule d'argent ſurmontée d'un petit cylindre de même métal. On donna promptement quelques coups de marteau ſur la boule & ſur le cylindre, & ils s'applatirent l'un & l'autre. Telle eſt la célebre expérience qui fut faite par MM. de l'académie impériale de Petersbourg, le 25 novembre 1759, en préſence de M. Poiſſonnier, médecin de la faculté de Paris, à l'occaſion du froid exceſſif qui ſe fit ſentir ce jour-là. Sur quoi voici quelques réflexions ou quelques conjectures.

I°. Les ſels qu'on fait ſervir à ces ſortes d'expériences, contiennent des corpuſcules frigorifiques, qui par leur affinité avec différentes ſubſtances, par exemple avec l'eau & avec le mercure, s'inſinuent dans leurs pores, en expulſent ou en abſorbent les parties ignées, s'attachent à leurs molécules, & combinent avec elles, les lient & les rendent adhérentes les unes aux autres; juſqu'à ce que l'action du feu, qui ſurvient enſuite, leur faſſe quitter priſe, en s'inſinuant avec violence dans les pores des ſubſtances frappées de gelée.

Les ſels qu'on emploie pour opérer ces congelations exceſſives, en les mêlant avec de la

neige ou avec de la glace pilée qui ont déja par elles-mêmes un grand degré de froid, ſont le ſel marin, le ſel ammoniac, l'alun, le vitriol, le borax, l'acohol de vin, & ſur-tout l'eſprit de nitre, &c. Ces ſels expulſés du ſein de la neige ou de la glace par l'action du feu, ſe ſubliment & s'accumulent dans le mercure ou dans l'eau qui ſont placés au-deſſus, par leur affinité ſimple ou compliquée avec ces ſubſtances (85).

La maniere dont on fait la glace artificielle, paroît être une ſimple imitation du grand méchaniſme de la nature, dans la formation de la glace au ſein des glacieres naturelles & au ſein des nuages. Par exemple,

II°. On conçoit aiſément que certaines terres, que certaines cavernes, où ſe forment des glacieres naturelles, peuvent & doivent contenir une grande quantité de différents ſels foſſiles (586). Ces *glacieres naturelles* doivent leur congelation au mêlange de ces différents ſels, que les eaux entraînent & dépoſent au fond des glacieres; d'où s'exaltant en vapeurs par le moyen de certaines fermentations, ils vont glacer l'eau qui ſuinte dans les voûtes, & la convertir en colonnes ou en pyramides de glace. (613. VI°.)

III°. On conçoit auſſi que certains vents du nord ſont exceſſivement froids; parce qu'ils amenent & répandent dans la région de l'air, une quantité conſidérable de ces eſprits frigoriques, qui affectent les ſubſtances animales & végétales.

IV°. Une grande chaleur ſur la terre, une chaleur brûlante & étouffée, eſt propre à *produire la grêle* dans l'athmoſphere: parce qu'elle exalte ſouvent beaucoup de ſels volatils de

nature frigorifique, leſquels vont glacer l'eau dans un nuage épais élevé ſur l'horiſon ; à peu près comme la vapeur du pot empli de neige & de ſel & placé ſur le feu, va glacer l'eau contenue dans le gobelet qui eſt placé au-deſſus de ce pot échauffé. (614.)

616. REMARQUE II. Quoiqu'on ne connoiſſe pas la nature de ces *eſprits frigorifiques* qui congelent les liquides, il eſt certain,

I°. Qu'ils doivent être d'une étonnante légéreté : puiſqu'une quantité d'eau, glacée par une immenſe multitude de ces eſprits ou corpuſcules frigorifiques, ne devient pas d'une peſanteur ſenſiblement plus grande. Une livre d'eau, convertie en glace, ne peſe toujours ſenſiblement qu'une livre.

II°. Qu'ils doivent être d'une inconcevable ténuité : puiſqu'ils pénetrent les corps les plus compactes ; qu'ils vont geler & dilater un volume d'eau enfermée dans des vaſes de cryſtal hermétiquement bouchés.

III°. Qu'ils doivent avoir une vertu antipatique avec les molécules du feu, ſoit pour les expulſer, ſoit pour les abſorber : puiſque plus un corps reçoit de ces corpuſcules, moins il conſerve de chaleur & de feu. Plus l'athmoſphere eſt chargée de ces corpuſcules frigorifiques, moins il y regne de chaleur, plus il y regne de froid.

IV°. Que le feu a la vertu, à ſon tour, d'expulſer ou d'abſorber ces corpuſcules : puiſque l'action du feu, appliquée à un corps glacé, les fait diſparoître, ou rend inſenſible leur action.

V°. Que ces corpuſcules augmentent le vo-

lume de l'eau, en la congelant; & diminuent le volume de la plupart des autres liquides, par exemple, du mercure: ce qui paroît annoncer que ces corpuſcules s'uniſſent à l'eau, ſans rien diſſiper des conſtitutifs de cette ſubſtance; & qu'ils ne s'uniſſent au mercure, qu'en expulſant & diſſipant des ſubſtances unies au mercure.

V°. *L'EAU EN VAPEURS.*

617. OBSERVATION. Une des plus frappantes propriétés de l'eau, c'eſt ſon inconcevable dilatabilité. Extrêmement volatile, le moindre degré de chaleur ſuffit pour l'exalter en vapeurs quatorze mille fois plus raréfiées que la maſſe dont elles ſe détachent (731). Delà la facilité qu'ont ces vapeurs ſeize ou dix-ſept fois plus légeres que les couches inférieures de l'air, de s'élever dans l'athmoſphere.

I°. Cette évaporabilité de l'eau n'eſt point égale dans tous les tems & dans toutes les contrées. Si on expoſe au ſoleil, pendant un jour entier, un baſſin plein-d'eau, on obſervera que l'évaporation eſt beaucoup plus conſidérable en été qu'en hiver, dans un tems plus chaud que dans un tems moins chaud. Delà une plus grande évaporation dans la zone torride, que dans les zones tempérées; dans les zones tempérées, que dans les zones glaciales. Delà, les vapeurs que l'on voit s'élever ſur les lacs, ſur les rivieres, ſur les pays marécageux ou humides.

II°. L'eau, par ſon évaporabilité, joue le plus grand rôle dans une foule de grands phénomenes de la nature, par exemple, dans la formation des météores, dans les tremblements de

terre, dans l'origine des fontaines, dans la nutrition des animaux & des végétaux : comme nous le ferons obſerver ſucceſſivement dans la ſuite de cet ouvrage.

SECONDE SECTION.

LOIX DE L'HYDROSTATIQUE.

618. DÉFINITION I. L'*HYDROSTATIQUE* eſt une ſcience qui a pour objet la peſanteur & l'équilibre des liqueurs. L'*hydraulique* eſt une ſcience qui a pour objet les machines par le moyen deſquelles on met à profit le poids & la preſſion de l'eau, pour la faire ſervir à l'utilité publique ou particuliere. Ces deux ſciences (*) ſe prêtent un ſecours mutuel ; la premiere ſeroit peu utile ſans la ſeconde ; la ſeconde ſeroit aveugle ſans la premiere : de leur réunion réſulte un tout également lumineux & avantageux.

I°. Quoique la gravité des liquides ſoit la même que celle des ſolides, qu'elle ait la même cauſe, & qu'elle ſoit ſoumiſe aux mêmes loix ; l'état de liquidité donne lieu à des phénomenes particuliers qu'il eſt important de connoître & de développer.

(*) ETYMOLOGIE. Hydroſtatique : *ſcientia legum juxta quas ſtant & æquilibrantur liquida* : de ὑδωρ, *aqua*, eau ; & de *ſtatio*, repos. Hydraulique : *ſcientia tuborum ad preſſionem aquæ aptandorum* ; de ὑδωρ, *aqua* ; & de αὐλος, *tibia*, *tubus*.

II°. Nous nous bornerons dans cet article, à ce qui regarde l'hydroſtatique : parce qu'il eſt facile d'en appliquer la théorie à l'hydraulique. Parmi les machines hydrauliques, il y en a dont la conſtruction & l'action ſont toutes du reſſort de la méchanique, telles que les divers moulins à eau, dont nous avons parlé ailleurs (452). Il y en a d'autres qui exigent une conſtruction à part, telles que les pompes & certaines fontaines : nous en parlerons dans le traité de l'air, qui influe en grande partie dans leur action.

III°. On peut conſidérer les loix de l'hydroſtatique, ou dans des liquides homogenes & d'égale peſanteur ſpécifique, ou dans des liquides hétérogenes & d'inégale peſanteur ſpécifique, ou dans des ſolides plongés dans des liquides. C'eſt ſous ce triple point de vue que nous allons les examiner & les ſuivre.

IV°. On nomme *liquide homogene*, une liqueur dont les molécules ou parties intégrantes ſont toutes ſemblables : telle eſt l'eau pure. On nomme *liquide hétérogene*, un mêlange de deux liquides homogenes : l'eau & le vin mêlés enſemble ſont un liquide hétérogene. Quand on compare l'action d'un liquide homogene avec l'action d'un autre liquide homogene, par exemple, du mercure avec l'eau, ces deux liquides ſont cenſés hétérogenes.

V°. Il eſt important de ne point perdre de vue dans cette matiere, les définitions nettes & préciſes que nous avons données ailleurs, de la denſité, du volume, de la peſanteur ſpécifique. (202.)

619. DÉFINITION II. Le *niveau* eſt une ligne ou une ſurface, dont tous les points ſont éga-

lement éloignés du centre de la terre. Comme la figure de la terre approche beaucoup de la figure ſphérique, il s'enſuit qu'une ligne de niveau eſt réellement une ligne circulaire : mais comme la ſurface de la terre eſt extrêmement grande, une ligne de cent ou cent dix toiſes priſe ſur cette circonférence, ſe confond ſenſiblement avec une ligne droite. (*Math.* 533.)

Selon cette définition, deux liquides ſont de niveau, quand les ſurfaces qui terminent leurs hauteurs, ſont également éloignées du centre de la terre : deux liquides ne ſont point de niveau, quand la ſurface de l'un eſt moins éloignée du centre de la terre, que la ſurface de l'autre.

Deux axiomes, cinq loix ou théorêmes, divers corollaires, & quelques problêmes, vont répandre ſur cette matiere, toute la lumiere dont nous la croyons ſuſceptible.

AXIOMES FONDAMENTAUX.

620. AXIOME I. *Dans un liquide homogene ou hétérogene, les parties ou les molécules gravitent les unes indépendamment des autres.*

EXPLICATION. I°. Le liquide étant gravitant, il eſt clair que les parties qui compoſent ce liquide & qui ne ſont point diſtinguées de ce liquide, doivent avoir chacune leur gravitation propre, d'où réſulte la gravitation du tout.

II°. Les parties du liquide n'étant point adhérentes les unes aux autres, il eſt clair encore qu'elles peuvent & doivent exercer leur gravitation, les unes indépendamment des autres : puiſque cette gravitation n'eſt que leur tendance vers le centre de la terre, & que chaque molé-

cule du liquide a ſa tendance à part vers ce centre de la terre. (411.)

III°. Les liquides, à raiſon du défaut d'adhérence dans leurs molécules, ne concentrent point leur action gravitante dans un point commun, comme les ſolides : ils ont donc autant de centres de gravité, qu'il y a de colonnes liquides appuyées & ſoutenues. Une maſſe d'eau qui tombe ſur ma main, ne fait pas le même effet qu'une égale maſſe de glace : parce qu'indépendamment de la diviſion que ſouffre la maſſe d'eau dans ſa chûte, cette maſſe d'eau exerce ſon action gravitante ſur autant de point différents de ma main, qu'il y a de colonnes qui la touchent ; & que ma main ne ſouffre rien de l'impulſion d'un grand nombre de colonnes gravitantes qui s'échappent par côté : au lieu que dans la chûte d'une maſſe de glace, toutes les parties étant adhérentes, ma main eſſuie comme dans un ſeul point, l'impulſion de toutes les parties gravitantes, dont l'action réunie dans un centre commun de gravité, fait un effort commun & général contre le point de ma main qui le premier réſiſte au choc.

IV°. Quelques anciens phyſiciens avoient imaginé que *les liquides ne peſent point dans leur élément :* par exemple, qu'un pied cube d'eau, qui peſe environ 70 livres dans l'air, ne peſe pas une once, pas un grain, dans un lac. Cet abſurde paradoxe ſe détruit aiſément par une expérience bien ſimple & bien ſenſible. (*fig.* 6.)

Soit un vaſe de plomb D, enfoncé dans l'eau, vuide, fermé, & mis en équilibre ſur le bras d'une balance avec un poids oppoſé. Qu'on débouche l'ouverture de ce vaſe, enſorte qu'il

puiſſe s'emplir d'un pied cube d'eau : quand il ſera empli, il faudra ajouter 70 livres ſur le baſſin N, pour rétablir l'équilibre. Donc l'eau conſerve ſon même poids dans ſon élément : donc, par analogie, tous les autres liquides conſervent de même leur propre poids dans leur élément.

IV°. Quand un liquide eſt enfermé dans un vaſe, la gravitation extérieure & générale du liquide, revient à celle des ſolides qui ont des centres communs de gravité. Ainſi une livre de plomb fondu, contenu dans un vaſe, gravite hors de la baſe qui le ſupporte, comme une livre de plomb maſſif contenu dans le même vaſe.

621. AXIOME II. *Les liquides, homogenes ou hétérogenes, gravitent en tous ſens ; de haut en bas, de bas en haut, de gauche à droite, de droite à gauche.* (fig. 13.)

EXPLICATION. La vérité de cette propoſition fondamentale, n'eſt ignorée de perſonne. Tout le monde ſait que ſi on verſe un liquide quelconque au point A ; ce liquide, par ſa gravité, paſſe de A en B, de B en H & en C, de B en F, de F en Z & en D : qu'en s'élevant de B en C ou en D, la colonne qui monte, doit ſon mouvement à la colonne ASB qui tend à deſcendre ; comme un corps ſuſpendu au bras incliné & abaiſſé d'une balance, monte contre ſa gravité en vertu de la gravitation ſupérieure du poids oppoſé qui lutte contre lui. Cette vérité étant certaine & connue, il ne s'agit que d'en dévoiler le méchaniſme. Pour cela : (*fig.* 7.)

I°. Que l'on conçoive les molécules de l'eau ou du mercure, ou de tel autre liquide quelconque, comme autant de globules d'une infini-

ment petite ténuité. Par leur gravitation propre, ces globules ſe placeront les uns ſur les autres dans le baſſin qui les contient, dans un arrangement aſſez ſemblable à celui que repréſente la figure ſeptieme; & cette gravité, jointe à cette configuration & à cet arrangement, doit produire le phénomene de la gravitation ou preſſion en tout ſens.

Le globule A, en preſſant par ſa gravité les globules contigus, leur imprime un mouvement ou une tendance au mouvement, dans les directions AN, AM, AB, ANF, ANE, ANR, AMD, AMC, AMR.

Le globule R, par la preſſion des globules contigus, exerce ſon effort & ſa preſſion dans les directions RB, RC, RE, RCM, REN. Donc les liquides doivent exercer leur gravitation & leur preſſion en tout ſens.

II°. Si les molécules ou les éléments des liquides n'ont pas une configuration ſphérique, telle que nous venons de la ſuppoſer; il eſt certain du moins qu'ils ont une configuration qui les rend gliſſants les uns ſur les autres, qui les rend propres aux mêmes effets de gravitation & de preſſion que nous venons d'expliquer. Ainſi, quelle que ſoit la configuration de ces éléments, ſoit qu'ils aient une configuration ſphérique, ou cylindrique, ou conique, ou pyramidale, ſoit qu'ils aient telle autre figure quelconque qu'on voudra leur ſuppoſer; il eſt ſûr & indubitable qu'ils ſont taillés & configurés de maniere qu'ils peuvent gliſſer les uns ſur les autres; qu'ils peuvent exercer les uns ſur les autres leur gravitation & leur preſſion en tous ſens; puiſque l'expérience nous apprend & nous

démontre que la choſe eſt ainſi. Donc, quelles que ſoient la figure & la configuration qu'ont les éléments ou les molécules des liquides, il eſt certain que cette figure les rend propres aux mêmes phénomenes de gravitation & de preſſion que nous venons d'expliquer, en leur ſuppoſant une figure ſphérique.

III°. Quelques phyſiciens ſuppoſent dans les liquides un mouvement intrinſeque & inteſtinal, occaſionné ou par la matiere du feu, ou par quelques particules d'air, ou par quelqu'autre matiere très-ſubtile, qui ſe trouve interceptée entre les molécules des fluides, & qui en occupe les pores. Mais l'action de cette matiere ſubtile, néceſſaire pour entretenir la fluidité, & pour empêcher l'adhérence des liquides, ne les fait point graviter & preſſer en tout ſens: puiſque cette même cauſe ne produit pas un tel effet dans un tas de pouſſiere ou de farine, où elle doit ſe trouver & agir avec autant de liberté que dans les liquides. Cette preſſion des liquides en tout ſens, a donc principalement pour cauſe, leur peſanteur aſſortie à une configuration convenable dans leurs molécules.

622. COROLLAIRE. *Quand un vaſe fermé eſt empli d'un liquide, ſi on perce le vaſe, & que l'on preſſe une portion quelconque du liquide; on imprime en tout ſens le mouvement ou la tendance au mouvement, à toutes les parties du liquide enfermé.* (fig. 7.)

EXPLICATION. Si on perce le vaſe fermé de toutes parts en un point M, & qu'on enfonce par l'ouverture cylindrique une baguette cylindrique; le globule M, preſſé par l'impulſion de

la baguette, communiquera ſon effort à tous les globules du liquide, ſelon les directions MA, MN, MRE, MRB, MRC, &c. Par conſéquent, comme les liquides ſont incompreſſibles (206); il faudra, ſi la baguette s'enfonce ſans laiſſer ſortir le liquide, ou que le vaſe ſe dilate, ou que le vaſe éclate par la partie la plus foible.

Si le vaſe s'ouvre en un ſeul point F, le liquide jaillira par ce point, avec la ſomme de mouvement qu'a la baguette en s'enfonçant dans le liquide. Si le vaſe réſiſte & ſe dilate, il fera effort pour repouſſer la baguette, avec une force de réaction égale à la force comprimante qui l'a dilaté. Si la baguette, en s'enfonçant dans le liquide, ne bouche pas parfaitement l'ouverture par où elle s'inſinue; le liquide, preſſé dans une direction MAN, reviendra ſur lui-même par une direction NRM, & jaillira en dehors par le point M.

PREMIERE LOI.

623. *A égale diſtance de l'équateur, les liquides homogenes, qui communiquent enſemble par quelques tuyaux non capillaires, ſe mettent de niveau dans toute leur ſurface.* (fig. 13.)

DÉMONSTRATION. Soient différents tubes ou canaux communicants, d'inégale capacité & de diverſe figure, dont aucun ne ſoit capillaire: que tous ces tubes ſoient vuides, & que l'on verſe de l'eau dans un ſeul tube quelconque RH, juſqu'à ce que l'eau s'éleve & s'arrête dans ce tube à la hauteur C. L'eau s'élevera ſucceſſivement à égale hauteur dans les quatre tubes; & quand on ceſſera d'en verſer, on la trouvera

préciſément à la même élévation ou de niveau en CD, dans tous les tubes.

I°. L'eau que l'on verſe en R, tend, par ſa gravitation, à s'approcher du centre de la terre; & comme elle ne peut s'en approcher qu'en élevant ſucceſſivement dans les autres tubes l'eau qui l'a précédée, elle produit cet effet par l'excès de peſanteur qu'elle donne continuellement à la colonne d'eau ſur laquelle elle coule.

II°. On eſt d'abord ſurpris qu'une petite colonne d'eau CH, puiſſe élever les grandes colonnes d'eau contre leſquelles elle lutte: mais la ſurpriſe ceſſe, quand on fait attention que ce n'eſt ici qu'une application du principe fondamental de toute la méchanique, lequel apprend qu'*une petite maſſe avec une très-grande vîteſſe, peut vaincre une très-grande maſſe qui n'a qu'une très-petite vîteſſe* (421). Suppoſons la capacité du tube CH, mille fois plus petite que la capacité des trois autres tubes pris enſemble: l'eau verſée dans le tube CH, s'abaiſſera de mille lignes dans ſon tube, quand la maſſe d'eau mille fois plus grande ne s'élevera que d'une ligne dans les autres tubes. Un pouce d'eau dans le petit tube, avec une vîteſſe comme 1000, peut donc faire équilibre avec mille pouces d'eau qui n'ont qu'une vîteſſe comme 1 dans les autres tubes.

On voit par là comment un petit puits qui communique avec un lac immenſe par des canaux ſouterreins, fait équilibre contre toute l'énorme maſſe d'eau qui lutte contre lui. En ſuppoſant que la ſurface du lac eſt un million de fois plus grande que celle du puits; pour que l'eau du lac s'abaiſſât d'une quantité quelconque, il faudroit que l'eau du lac imprimât à l'eau du

puits une vîteſſe un million de fois plus grande que la ſienne : de même, pour que l'eau du puits s'abaiſſât d'une quantité quelconque, il faudroit qu'il élevât une maſſe d'eau un million de fois plus grande. Il y a donc entre ces deux puiſſances oppoſées, égalité de force motrice ; puiſqu'il y a de part & d'autre, un même produit de la maſſe par la vîteſſe : delà l'équilibre. (421.)

III°. Que les tubes ou canaux de communication, ſoient droits ou anguleux, perpendiculaires ou inclinés à l'horiſon, la même loi a ſon effet : parce que la preſſion des liquides s'exerce en tout ſens, & s'adapte par-là même également à toutes les figures des conduits où l'eau peut s'inſinuer. (621.)

Quand de deux tubes égaux en capacité, l'un eſt perpendiculaire, & l'autre incliné à l'horiſon ; le liquide doit s'élever à la même hauteur dans l'un & dans l'autre : parce que, quoique la colonne perpendiculaire Z S ſoit moindre que la colonne inclinée D F, & que la vîteſſe ou la tendance à la vîteſſe ſoit égale dans l'une & dans l'autre, la colonne plus petite Z S lutte par toute ſa gravité contre la colonne plus grande D F ; tandis que celle-ci, qui eſt ſoutenue en partie par le plan incliné de ſon tube, ne lutte contre la colonne oppoſée que par une portion de ſa gravité ; laquelle portion eſt à toute ſa gravité, comme la hauteur N D du plan, eſt à ſa longueur F D (461). La colonne inclinée F D ne peut donc tenir en équilibre la colonne perpendiculaire Z S, ſans que la premiere ait autant de hauteur que la ſeconde : delà l'équilibre & le niveau entre ces deux colonnes.

IV°. Quand une fois un liquide homogene

s'eſt mis de niveau dans toute ſa ſurface, toutes les colonnes du liquide demeurent en repos : parce que toutes ces colonnes mobiles ſont comme autant de tubes communicants, qui donnent par-tout un même produit de maſſe & de vîteſſe; & par-là même l'équilibre & le repos de toutes les parties. Les couches ſupérieures ne s'abaiſſent point ſur les couches inférieures : parce que les couches inférieures réſiſtent à leur déplacement avec une force égale à celle des couches ſupérieures qui tendent à les déplacer. Delà l'équilibre & le repos entre toutes les colonnes, entre toutes les couches, entre toutes les molécules du liquide homogene, juſqu'à ce qu'une cauſe étrangere vienne altérer ce repos & cet équilibre. C. Q. F. D.

DIVERS COROLLAIRES.

624. COROLLAIRE I. *Quand pluſieurs réſervoirs voiſins communiquent enſemble, il ſuffit de connoître la hauteur de l'un, pour connoître la hauteur de tous les autres :* puiſque l'eau doit néceſſairement ſe mettre de niveau dans toutes leurs ſurfaces.

625. REMARQUES. I°. Les réſervoirs qui communiquent entre eux, ſe mettent par-tout *en équilibre ;* quoiqu'ils ſoient les uns plus près, les autres plus loin de l'équateur : comme l'exige la preſſion de leurs colonnes correſpondantes. (502. IV°.)

II°. Les réſervoirs qui communiquent entre eux ne ſe mettent pas cependant par-tout *de niveau*, ou à égale diſtance du centre de la terre, quand ils ont une conſidérable différence de latitude : puiſque, comme nous l'avons déja obſervé,

obſervé, l'Océan vers le milieu de la France, a une toiſe de moins en hauteur que la Méditerrannée vers le midi; & que la mer ſous les poles eſt de ſix ou ſept lieues plus baſſe & plus près du centre de la terre, que ſous l'équateur. (1375.)

III°. Les réſervoirs qui communiquent entre eux, ſe mettent toujours préciſément *de niveau*, quand la latitude eſt la même, quoique la longitude (495) ſoit conſidérablement différente; & quand la latitude eſt peu différente, par exemple, d'une ou deux livres, la différence de niveau eſt ſenſiblement nulle.

626. COROLLAIRE II. *Creuſer un puits dans la terre ou dans un roc, c'eſt ouvrir un canal par où l'eau ſouterreine s'élevera à la hauteur des réſervoirs voiſins:* s'il y a de tels réſervoirs dans le voiſinage, qui puiſſent communiquer avec cette ouverture. Par exemple: (*fig.* 13.)

Si on veut avoir de l'eau au point C; en creuſant juſqu'en H, on aura un puits dans lequel l'eau s'élevera juſqu'en C, quand on aura atteint la veine d'eau qui communique avec les réſervoirs voiſins AB, DF.

627. COROLLAIRE III. *Abſtraction faite des réſiſtances qu'éprouve un liquide enfermé, il s'éleve à la même hauteur qu'à la ſurface du vaiſſeau ou de la ſource d'où il commence à couler;* comme l'exige la preſſion des colonnes oppoſées qui gravitent ſur ce liquide en tout ſens.

I°. Delà les jets d'eau, qui s'élevent d'autant plus haut que les baſſins nourriciers ont plus d'élévation; mais que la réſiſtance de l'air & le frottement des canaux, empêchent d'égaler jamais la hauteur de ces baſſins.

II°. Delà la conduite des eaux d'un lieu en

un autre, à travers de grands enfoncements, par le moyen des canaux; mais que le frottement des canaux étroits empêche toujours d'atteindre à la même hauteur préciſe qu'elles ont dans la ſource d'où elles tirent leur origine.

III°. Pour faciliter le mouvement des eaux dans les aqueducs, dans les tuyaux de conduite, dans tous les canaux où l'on veut qu'il y ait un libre écoulement; on donne communément à ces canaux, environ deux lignes d'inclinaiſon par toiſe. Cette inclinaiſon doit être, ſelon Wolf, au moins d'un pouce & au plus de deux pouces, ſur 400 pouces d'étendue horiſontale.

IV°. Dans les grands canaux, tels que les lits des fleuves & des rivieres, l'écoulement s'effectue avec aiſance, ſans une pente auſſi conſidérable. Car la ſalle de l'Obſervatoire royal à Paris n'eſt élevée au-deſſus de la ſurface de l'Océan où va ſe décharger la Seine, que de 46 toiſes; & cette ſalle a une élévation d'environ 25 toiſes au-deſſus du niveau de la Seine à Paris (738): donc en coulant de Paris à la mer, dans une étendue d'environ 90000 toiſes, la Seine n'a qu'une pente de 21 ou 22 toiſes, qui feroient moins d'un quart de ligne de pente par toiſe. Donc pour avoir un libre écoulement, les grands canaux ont beſoin de beaucoup moins de pente, que les petits canaux.

« La viteſſe des eaux courantes, dit M. de » Buffon, dépend beaucoup plus de la quantité » d'eau & du poids des eaux ſupérieures, que de » la pente; & lorſqu'on veut creuſer le lit d'un » fleuve ou d'un égout, il ne faut pas diſtribuer » la pente également ſur toute la longueur: il eſt » néceſſaire pour donner plus de viteſſe à l'eau,

» de faire la pente beaucoup plus forte au com-
» mencement qu'à l'embouchure, où elle doit
» être presqu'insensible ; comme nous le voyons
» dans les fleuves. Lorsqu'ils approchent de
» leur embouchure, la pente est presque nulle ;
» & cependant ils ne laissent pas de couler avec
» une rapidité d'autant plus grande, que le
» fleuve à plus d'eau : ensorte que dans les
» grandes rivieres, quand même le terrein se-
» roit de niveau, l'eau ne laisseroit pas de cou-
» ler, & même de couler rapidement, non-
» seulement par la vîtesse acquise, mais encore
» par l'action & le poids des eaux supérieures ».

V°. On observe quelquefois dans les fleuves, sur-tout vers leur embouchure, un phénomene qui paroît contraire à la premiere loi que nous venons d'établir, un moins d'élévation dans leur milieu que vers leurs bords. Ce phénomene est produit par un *remous*, c'est-à-dire, par un contre-courant qui fait remonter l'eau voisine des bords, tandis que celle du milieu descend. Et comme toute l'eau du fleuve doit passer par le courant qui est au milieu, celle des bords descend continuellement vers le milieu ; & descend d'autant plus, qu'elle est plus élevée, & refoulée avec plus de force par l'action des marées, qui tendent à remonter contre la direction du fleuve.

« Il y a *deux especes de remous* dans les fleuves, dit M. de Buffon. « Le premier, qui est celui
» dont nous venons de parler, est produit par
» une *force vive*, telle qu'est celle de l'eau de la
» mer dans les marées, qui non-seulement s'op-
» pose comme obstacle au mouvement de l'eau
» du fleuve, mais comme un corps en mouve-
» ment, & en mouvement contraire & opposé à

» celui du courant de l'eau du fleuve : ce remous » fait un contre-courant d'autant plus ſenſible, » que la marée eſt plus forte. L'autre eſpece de » remous n'a pour cauſe qu'une *force morte*, » comme eſt celle d'un obſtacle, d'une avance » de terre, d'une iſle dans la riviere. Quoique le » remous n'occaſionne pas ordinairement un » contre-courant bien ſenſible, il l'eſt cepen- » dant aſſez pour être reconnu, & même pour » fatiguer les conducteurs de bateaux ſur les ri- » vieres. Si cette eſpece de remous ne fait pas » toujours un contre-courant, il produit né- » ceſſairement ce que les gens de riviere appel- » lent une *morte*, c'eſt-à-dire, des eaux mortes, » qui ne coulent pas comme le reſte de la ri- » viere ; mais qui tournoyent de façon que quand » les bateaux y ſont entraînés, il faut employer » beaucoup de force pour les en faire ſortir. Ces » eaux mortes ſont fort ſenſibles dans toutes les » rivieres rapides, au paſſage des ponts ». (636. II°.)

SECONDE LOI.

628. *Les liquides, homogenes ou hétérogenes, exercent leur preſſion tant perpendiculaire que latérale contre les vaſes ou contre les réſervoirs qui les contiennent, non en raiſon de leur maſſe, mais en raiſon compoſée de leur hauteur & de leur baſe ;* ou en raiſon de leur baſe multipliée par leur hauteur. (*fig.* 10.)

DÉMONSTRATION. Soient deux vaſes ABC, TVX, de même baſe & de même hauteur, emplis d'un même liquide quelconque, par exemple, d'eau ou de mercure. Le vaſe cylindrique ABC

en contiendra une quantité trois fois plus grande que le vaſe conique TVX (*Math.* 599); & cependant la baſe VX ſouffrira la même preſſion que la baſe BC: de même, le côté *n* V ſera preſſé avec la même force expanſive, que le côté *m* B. Propoſition paradoxale: elle paroît d'abord évidemment fauſſe, & elle eſt cependant inconteſtablement vraie. Nous allons la ſoumettre, & au flambeau de l'expérience, & au flambeau de la théorie.

I°. *Cette loi eſt conſtatée par l'expérience.* Car, après avoir fixé latéralement le vaſe cylindrique & le vaſe conique à un ſupport convenable FG; adaptons à l'un & à l'autre, deux baſes égales qui, couvertes d'une peau mouillée, ſeront appliquées contre leurs fonds égaux par les poids égaux de deux leviers. Verſons enſuite un même liquide dans les deux vaſes: les baſes mobiles s'ouvriront, & les poids qui les fixent s'éleveront, quand la liqueur ſera préciſément à la même hauteur dans le vaſe conique & dans le vaſe cylindrique. Or ces deux baſes ne s'ouvrent, & n'élevent les poids égaux PR qui les appliquent contre les deux fonds, qu'en vertu de la preſſion du liquide contenu dans les deux vaſes: donc la preſſion perpendiculaire du liquide contenu dans ces deux vaſes à baſe égale, eſt en raiſon, non de ſa maſſe, mais de ſa hauteur; ou eſt le produit de la baſe par la hauteur.

De même ſi, au point *m* & au point *n*, on fait deux trous égaux, auxquels on applique deux bouchons retenus par une égale force, & qu'on verſe enſuite un même liquide dans les deux vaſes, dont les baſes ſeront immobiles; les deux bouchons s'échapperont, quand le liquide

ſera élevé à une même hauteur dans le vaſe conique & dans le vaſe cylindrique. Or, ces deux bouchons ne ſont expulſés que par la preſſion du liquide contenu dans ces deux vaſes : donc la preſſion latérale du liquide contenu dans ces deux vaſes d'inégale capacité, eſt en raiſon, non de la maſſe, mais de la hauteur du liquide.

Plus la baſe ou le bouchon ont de ſurface, moins il faut de hauteur au liquide, pour les expulſer ou les ouvrir : d'où il réſulte, d'après l'expérience, que la force qui lutte, ou contre la partie inférieure, ou contre la partie latérale d'un vaſe empli d'un liquide, eſt égale au produit de la baſe & de la hauteur du liquide.

II°. *Cette loi n'eſt point contraire à la théorie du mouvement :* pour le faire ſentir, examinons & analyſons l'action des colonnes fluides dans les deux vaſes d'inégale capacité.

Dans le *vaſe cylindrique*, toutes les colonnes ſont égales à la colonne AD : elles doivent donc être toutes en équilibre entr'elles ; & la ſomme de leur preſſion eſt le produit de leur baſe par leur hauteur.

Dans le *vaſe conique*, la colonne TS eſt égale à la colonne AD : cette colonne TS doit donc lutter ſur ſa baſe, avec autant de force que la colonne AD ſur la ſienne. Cette colonne TS du vaſe conique, a plus de hauteur que toutes les colonnes adjacentes ; & cependant ces colonnes adjacentes font équilibre avec la colonne TS : puiſqu'elles l'empêchent de s'abaiſſer & de les exalter par ſa gravité. Donc les colonnes adjacentes, appuyées & ſoutenues par la partie inférieure & collatérale du vaſe conique, ont une force capable de contre-balancer la colonne TS.

Donc les colonnes adjacentes, égales en force à la colonne TS, luttent contre les points de la baſe auxquels elles correſpondent, avec autant de force que la colonne TS. Donc la baſe VX doit être preſſée avec autant de force, que ſi toutes les colonnes qu'elle ſoutient, étoient égales à la colonne TS.

D'ailleurs, conſidérons les couches ſupérieures du liquide, dans le vaſe cylindrique & dans le vaſe conique, comme ſe mouvant, ou comme tendant à ſe mouvoir vers leurs baſes ou vers leurs côtés. Si ces baſes & ces côtés s'ouvroient ou s'affaiſſoient ſous la preſſion du liquide; les couches ſupérieures ſe mouvroient ou tendroient à ſe mouvoir avec plus de vîteſſe dans le vaſe conique, que dans le vaſe cylindrique. Donc le liquide a d'autant plus de vîteſſe ou de tendance à la vîteſſe en T, qu'il a plus de maſſe en A: donc la force motrice, qui eſt le produit de la maſſe par la vîteſſe, peut être auſſi grande dans la couche T, que dans la couche A: donc les baſes, qui réſiſtent à cette force motrice, ſoutiendront le même effort en BC & en VX. Donc cette loi de l'hydroſtatique s'accorde avec la loi fondamentale de la *ſtatique*, qui apprend que ſur un levier en repos, une petite maſſe avec une grande tendance à la vîteſſe, peut faire autant d'effort qu'une plus grande maſſe avec une moindre tendance à la vîteſſe. C. Q. F. D.

DIVERS COROLLAIRES.

629. COROLLAIRE I. *Quand les hauteurs des liquides ſont égales, les preſſions perpendiculaires ſur les baſes, ſont comme ces baſes:* puiſque ces preſſions ſont comme le nombre de colonnes

appuyées ſur ces baſes & luttant contre ces baſes. Une baſe double ſouffre une preſſion double : une baſe quadruple, une preſſion quadruple. On peut dire la même choſe des côtés. Quand les baſes ſont égales, les preſſions ſont comme les hauteurs.

630. COROLLAIRE II. *Quand les hauteurs des liquides ſont inégales, les preſſions perpendiculaires ſur les baſes, ſont comme les produits des baſes par les hauteurs reſpectives des liquides qu'elles ſupportent.* Ainſi, en multipliant la baſe qui ſouffre la preſſion, par la hauteur du liquide qui exerce la preſſion; on aura pour produit la quantité de la preſſion, & par-là même, la force qu'il faut pour réſiſter à cette preſſion. On doit entendre la même choſe de la preſſion ſur les côtés. Il eſt inutile d'avertir que cette preſſion eſt proportionnelle à la denſité du liquide qui la produit; & qu'un pied cube de mercure exerce une preſſion environ quatorze fois plus grande qu'un pied cube d'eau.

631. COROLLAIRE III. *La colonne d'eau qu'éleve le piſton d'une pompe, exige une force proportionnelle à la baſe du piſton multipliée par la hauteur du volume d'eau que le piſton éleve.* Que ce volume d'eau s'éleve par un canal plus grand ou plus petit, incliné ou perpendiculaire à l'horiſon, la choſe eſt indifférente : parce que la réſiſtance qu'éprouve le piſton, eſt égale à la preſſion du liquide; & que cette preſſion du liquide eſt le produit de ſa baſe par ſa hauteur, quelles que ſoient la figure & la capacité du vaſe où le liquide eſt contenu. Quand on éleve un moindre volume d'eau; la hauteur de la colonne étant la même, on imprime à chaque portion une plus grande vîteſſe : or, ſelon les loix du mouvement, il ne

faut pas moins de force motrice pour imprimer une vîteſſe comme 2 à une livre d'eau, que pour imprimer une vîteſſe comme 1 à deux livres du même liquide.

632. COROLLAIRE IV. *Un corps plongé ſucceſſivement à différentes profondeurs dans un même liquide, ſouffre des preſſions qui ſont comme les hauteurs du liquide.* La raiſon en eſt, que le corps plongé dans un liquide eſt tout baſe relativement au liquide qui le preſſe de toute part en tout ſens avec une force qui eſt comme ſa hauteur (629). Ainſi un plongeur qui deſcend dans l'eau, à une toiſe de profondeur, éprouve une preſſion comme 1; à 50 toiſes de profondeur, une preſſion comme 50. Delà l'explication de ce qui arrive aux plongeurs qui vont pêcher les perles au fond de certaines mers, & qui ſouffrent quelquefois une ſi grande preſſion, qu'elle leur fait ſortir le ſang par le nez & par les oreilles.

633. COROLLAIRE V. *Si dans un réſervoir toujours plein, on fait des ouvertures égales à différentes diſtances de la ſurface; les quantités de liquide qui s'écouleront, ſeront comme les racines quarrées des hauteurs du liquide au-deſſus de ces ouvertures.* (fig. 11.)

EXPLICATION. Soit un vaſe ou réſervoir MN, toujours empli par une ſource quelconque, dans lequel on ait pratiqué trois ouvertures égales, l'une en A, à un pied au-deſſous de M; l'autre en B, à quatre pieds au-deſſous de M; la troiſieme en C, à 9 pieds au-deſſous de M: ces trois ouvertures donneront en tems égaux, des quantités de liquide qui ſeront entr'elles comme 1, 2, 3; ou comme les racines quarrées des hauteurs du liquide qui coule.

I°. Il conſte par l'expérience, que la choſe eſt ainſi. L'ouverture A, à un pied au-deſſous de la ſurface, donne en un tems déterminé quelconque, une quantité de liquide comme 1 : l'ouverture B, à quatre pieds au-deſſous de la ſurface, une quantité de liquide comme 2 : l'ouverture C, à 9 pieds au-deſſous de la ſurface, une quantité de liquide comme 3 : une autre ouverture, à 16 pieds au-deſſous de la même ſurface, une quantité de liquide comme 4 ; & ainſi de ſuite à l'infini, toujours comme les racines quarrées des hauteurs.

Si les ouvertures A, B, C, étoient inégales, il ſeroit facile de déterminer la quantité de liquide que chacune doit donner ſelon la même regle, proportionnellement à l'augmentation ou à la diminution du canal, ou de l'ouverture d'écoulement. Si le canal B eſt double du canal A, la quantité de liquide qui jaillira par le canal B, ſera double à raiſon de ſa preſſion, & double à raiſon de ſa capacité.

II°. La théorie eſt d'accord ſur cet objet, avec l'expérience. Car les preſſions étant comme les hauteurs (629), il eſt clair que la preſſion ſera comme 1 en A, comme 4 en B, comme 9 en C : l'effet qui réſultera de ces preſſions, effet toujours proportionnel à la cauſe qui le produit, ſera donc auſſi dans le même rapport. Or la cauſe qui fait jaillir le liquide, eſt la preſſion qu'il eſſuie : il s'agit donc uniquement d'évaluer cette preſſion, d'où réſultent & la *maſſe* & la *viteſſe* du liquide jailliſſant.

La preſſion en A eſt comme 1 : l'effet de cette preſſion ſera donc une force motrice *comme* 1 *en maſſe*, & comme 1 en viteſſe : $1 \times 1 = 1$. La

preſſion en B eſt comme 4 : l'effet de cette preſſion ſera donc une force motrice dans le liquide jailliſſant, *comme* 2 *en maſſe*, & comme 2 en vîteſſe : 2 × 2 = 4. La preſſion en C ſera comme 9 : l'effet de cette preſſion dans le liquide qui s'écoule, ſera donc *comme* 3 *en maſſe*, & comme 3 en vîteſſe : 3 × 3 = 9 ; & ainſi de ſuite à l'infini.

634. COROLLAIRE VI. *Si dans un réſervoir d'une capacité par-tout égale, & qui ne reçoit point de nouveau liquide, on fait une ouverture en* D *pour le vuider ; la quantité du liquide jailliſſant décroîtra en tems égaux, ſelon la ſuite rétrograde des nombres impairs.* (fig. 11.)

DÉMONSTRATION. Il conſte par l'expérience, que la choſe eſt ainſi : pour en ſaiſir la raiſon, ſuppoſons que pour vuider le vaſe MN par une ſeule ouverture faite en D, il faille trois heures : je dis que pendant les trois heures ſucceſſives d'écoulement, les quantités du liquide écoulé ſeront comme 5 à la fin de la premiere heure, comme 3 à la fin de la ſeconde heure, comme 1 à la fin de la derniere heure.

I°. Conſidérons la gravité croiſſante dans une colonne MN du liquide, comme nous l'avons conſidérée dans le mouvement accéléré des graves (366), diviſée en parties infiniment petites. Dans la colonne MN, le premier globule ou élément M preſſe avec une gravité = 1 : le ſecond élément preſſe avec la gravité du premier & la ſienne, = 2 : le troiſieme élément preſſe avec la gravité des deux premiers & la ſienne, = 3 ; & ainſi de ſuite juſqu'au dernier élément N. Il eſt évident que dans un vaſe ou réſervoir par-tout d'égal diametre, la gravité des couches entieres

croît dans la même proportion que dans les globules ſucceſſifs, depuis la premiere ou plus haute M, juſqu'à la derniere ou plus baſſe N : parce que les touts ſont entr'eux, comme leurs parties ſemblables.

II°. Si on exprime les preſſions croiſſantes des couches ſucceſſives du liquide, par les lignes d'un triangle rectangle, paralleles à la baſe & croiſſantes dans la même proportion que les preſſions; on aura les différents accroiſſements de preſſion dans les couches du liquide, depuis la ſurface juſqu'à la baſe.

III°. Comme les éléments les plus bas des colonnes s'échappent les premiers, & qu'ils s'échappent avec la ſomme de preſſion qui leur eſt affectée; ils s'écouleront avec une vîteſſe qui répondra aux dernieres lignes DF du triangle DEF, & qui vont en décroiſſant depuis la baſe DF juſqu'à la pointe E du triangle.

IV°. Si on diviſe ce triangle dans ſa hauteur DE en trois parties égales, correſpondantes aux trois heures que doit durer l'écoulement; ces diviſions embraſſeront dans le triangle des quantités linéaires qui ſeront entr'elles, en allant de bas en haut, comme la ſuite rétrograde des nombres impairs, comme 5, 3, 1. La premiere heure d'écoulement, occaſionné par une preſſion décroiſſante & proportionnelle au trapeze DFSR, emportera une quantité de liquide proportionnelle à la force expulſive exprimée par la ſomme des lignes décroiſſantes qui empliroient ce trapeze parallélement à la baſe : la quantité d'écoulement ſera comme 5. La ſeconde heure d'écoulement, occaſionné par une preſſion toujours décroiſſante & proportionnelle au trapeze RSXV,

emportera une quantité de liquide proportionnelle à la force expulsive exprimée par la somme des lignes décroissantes & paralleles à la base, qui empliroient ce trapeze: la quantité d'écoulement sera comme 3. Dans la derniere heure d'écoulement, la pression & l'effet de cette pression seront exprimés par la somme des lignes décroissantes & paralleles à la base, qui empliſſent le triangle VXE; la quantité d'écoulement sera comme 1.

On conçoit facilement que la même théorie générale s'adapte à toute hauteur possible du liquide, & à toute durée possible de l'écoulement, à raison de l'accroissement infini que peut prendre le triangle EDF, qui correspond, ou peut correspondre à toute hauteur assignable dans le vase MN. Les pressions des couches liquides croîtront toujours comme les lignes VX, RS, DF, correspondantes à ces couches à l'infini. C. Q. F. D.

635. COROLLAIRE VII. *Une très-petite masse de liquide peut produire le plus grand effort contre la base & contre les côtés d'un vase empli de liquide.* (fig. 54.)

EXPLICATION. Si à un tonneau ABCD, empli d'eau, on adapte un tube fort élevé & fort étroit MN, qui communique avec le liquide intérieur; en empliſſant d'eau ce tube, on occasionnera à tout le corps du tonneau la même pression que s'il étoit chargé depuis N jusqu'en M, d'une masse d'eau semblable à celle qui est contenue entre les deux bases AB & CD; & si le tonneau n'est pas en état de soutenir cette force ou cette pression, il éclatera & sautera en pieces.

La raiſon en eſt, que les liquides exercent leur gravitation & leur preſſion, en raiſon compoſée de leur hauteur & de leur baſe, ou de leurs côtés; & que dans ce cas, la hauteur du liquide qui exerce ſa preſſion contre les baſes & contre les côtés du tonneau plein d'eau, doit ſe compter depuis N, à trente ou cinquante ou cent pieds au-deſſus du tonneau. Depuis le point N juſqu'au point M, combien de globules aqueux, dont chacun preſſe & gravite avec une force croiſſante, ſelon la ſuite des nombres naturels (634)! De ſorte que la premiere couche AB du liquide enfermé dans le tonneau, qui ne graviteroit que comme 1, ſe trouve graviter tout à coup en raiſon du nombre de globules ou d'éléments aqueux NM qu'elle ſoutient; & imprime ſa preſſion à toutes les colonnes adjacentes qui luttent en tout ſens contre les parois du tonneau, & qui acquierent autant de force expanſive, que ſi le liquide avoit entre N & M, la même maſſe qu'il a entre AB & CD.

Deux célebres phyſiciens, MM. Wolf & Muſchembroëk, ayant adapté un couvercle de fer battu & flexible à un petit tonneau en AB, ſont venus à bout d'élever par un ſemblable méchaniſme, par le moyen de quelques livres d'eau verſées dans le tube NM, des poids de ſept à huit cents livres, poſés ſur le couvercle AB.

636. REMARQUES. I°. C'eſt par un méchaniſme aſſez ſemblable, que *le ſouffle ſeul eſt capable d'élever des poids énormes.*

Soient trois ou quatre outres, forts & ſolides, vuides d'air, & unis entr'eux par des tubes de communication, en telle ſorte que le ſouffle

puiſſe paſſer de l'un dans l'autre. Si, après avoir placé ſur ces outres un poids de cent livres, on ſouffle dans l'un par une étroite ouverture, de telle ſorte qu'on empêche l'air entré de reſſortir; on verra ſucceſſivement les outres s'enfler, & le poids s'élever. La petite maſſe d'air comprimé dans la bouche qui ſouffle dans ces outres avec une très-grande vîteſſe, donne une force motrice ſupérieure à la réſiſtance d'une maſſe de cent livres qui n'a qu'une vîteſſe infiniment petite. La force motrice du ſouffle l'emporte donc ſur la réſiſtance du poids: parce que la maſſe du ſouffle, multipliée par ſa très-grande vîteſſe; donne un plus grand produit que la maſſe du poids de cent livres, multipliée par ſon infiniment petite vîteſſe. (421.)

II°. Il conſte par l'expérience, que *les liquides accélerent leur mouvement, en paſſant d'un canal plus large dans un canal plus étroit.* (fig. 13.)

C'eſt ainſi qu'on voit une riviere ſe mouvoir avec plus de vîteſſe ſous les arches d'un pont, que dans la partie plus large de ſon lit au-deſſus ou au-deſſous du pont. Pour rendre raiſon de cet important phénomene, ſuppoſons que le canal ASB ait 20 fois plus de capacité que le canal BHR; que ces deux canaux aient une poſition à peu près horiſontale, & que le premier n'ait communication qu'avec ce dernier: (les deux canaux ZSD doivent diſparoître dans cette obſervation) il eſt clair qu'un volume d'eau 20 fois plus grand ASB, en coulant de B en R, ne peut paſſer dans un canal 20 fois plus petit HBR, qu'en acquérant 20 fois plus de vîteſſe en HR. Si le volume d'eau ASB ſe meut avec une vîteſſe comme 1 en AS, il ſe mouvra

avec une vîteſſe comme 20 en HR.

Comme les liquides gravitent en tout ſens (621), il eſt clair que toutes les parties du liquide 20 fois plus volumineux AS gravitent contre le volume 20 fois moins volumineux HR, lequel cede & s'enfuit avec un mouvement proportionnel à la force 20 fois plus grande qui le preſſe & lutte contre lui.

III°. La même loi ou *le même phénomene a lieu dans tous les fluides*, compreſſibles ou incompreſſibles, qui tous, en paſſant d'un canal plus large dans un canal plus étroit, augmentent leur vîteſſe. C'eſt ainſi que l'air, en s'engouffrant dans des paſſages plus étroits, par exemple, dans certaines gorges, acquiert, & une vîteſſe, & une force incomparablement plus grande que celles qu'il a dans une plaine où il eſt moins preſſé & reſſerré. L'air, dans une gorge d'où il s'échappe, eſt preſſé, & par les colonnes aériennes paralleles à ſa direction, & par les colonnes collatérales obliques à ſa direction; & il cede & s'enfuit avec une vîteſſe proportionnelle à la ſomme de toutes ces preſſions.

TROISIEME LOI.

637. *Les ſolides, en s'enfonçant dans un liquide homogene ou hétérogene, perdent autant de leur poids, que peſe un égal volume du liquide qu'ils déplacent.* (fig. 6.)

DÉMONSTRATION. Soient trois ſolides A, B, D, de différente peſanteur ſpécifique. Que le ſolide D ſoit plus peſant; le ſolide A, auſſi peſant; le ſolide B, moins peſant qu'un égal volume d'eau.

I°. Soit le ſolide D un cube de plomb, d'un pied

pied de diametre : il eſt évident qu'en s'enfonçant dans l'eau, il déplacera un pied cube d'eau. Que l'on mette d'abord ce cube ſur une balance en plein air, en équilibre avec un poids oppoſé ; que l'on plonge enſuite le même cube D dans l'eau : le baſſin N s'abaiſſera ; & il faudra, pour rétablir l'équilibre, un poids en G ou en C, égal au poids d'un pied cube d'eau. Donc le ſolide D, plongé dans l'eau, perd une quantité de ſon poids, égale au poids du volume d'eau qu'il déplace. On peut dire la même choſe, de tout autre corps plus peſant que le liquide dans lequel il ſera plongé.

II°. Soit le ſolide A, un globe ou un cube, égal en volume à un cube d'un pied de diametre, & de même peſanteur qu'un égal volume d'eau : attaché à la ficelle GC en plein air, le ſolide A ſera équilibre avec un pied cube d'eau placée ſur le baſſin N. Qu'on ôte enſuite le pied cube d'eau qui étoit ſur le baſſin N : le corps A s'enfoncera totalement dans l'eau, ſans deſcendre plus bas que la ſurface de l'eau ; & alors, totalement plongé dans l'eau, il ſera équilibre avec rien ſur le baſſin N. Donc le ſolide A, de même peſanteur ſpécifique que l'eau, perd tout ſon poids, quand il eſt totalement plongé dans l'eau.

III°. Que le globe B ait la moitié moins de peſanteur ſpécifique qu'un égal volume d'eau : poſé ſur l'eau, il s'enfoncera dans l'eau juſqu'à ſon centre, déplacera un volume d'eau égal à la moitié de ſon volume, & perdra tout ſon poids. Donc le ſolide B, à moitié ſurnageant, & à moitié ſubmergé, perd autant de ſon poids, que peſe la quantité du liquide qu'il déplace ; c'eſt-à-dire, dans l'hypoteſe préſente, qu'il perd

tout ſon poids, en déplaçant une quantité de liquide égale à la moitié de ſon volume. C. Q. F. D.

638. REMARQUE. Nous avons obſervé que dans un liquide, toutes les colonnes, depuis le fond juſqu'à la ſurface, ſont par-tout en équilibre entr'elles (623): de ſorte que, ſelon les loix de la ſtatique, on ne peut augmenter ou diminuer la force d'une de ces colonnes, ſans que cette augmentation ou diminution, détruiſant l'équilibre, la faſſe élever ou abaiſſer. Ainſi (*fig.* 8.)

Dans un vaſe ABCD, plein d'un liquide quelconque, ſoit plongé le corps P, il eſt évident que ce corps P devient partie des colonnes gravitantes auxquelles il correſpond. Ce corps P eſt ſpécifiquement, ou plus peſant, ou moins peſant, ou auſſi peſant que le liquide dont il occupe la place (202). Delà les trois corollaires ſuivants, relatifs à la gravité de ce corps dans un liquide.

DIVERS COROLLAIRES.

639. COROLLAIRE I. *Si le ſolide* P *eſt ſpécifiquement plus peſant que le liquide dans lequel il eſt plongé, il doit deſcendre au fond.* (fig. 8.)

DÉMONSTRATION. I°. Que l'on conçoive ce ſolide P, diviſé en éléments égaux & ſemblables à ceux du liquide: tout le ſolide étant ſpécifiquement plus peſant que le liquide, chaque élément du ſolide ſera ſpécifiquement plus peſant que chaque élément du liquide. Donc le ſolide, par ſon excès de peſanteur, rendra plus peſantes les colonnes ſur leſquelles il repoſe: donc les colonnes liquides ſur leſquelles repoſe le ſolide,

par leur excès de gravitation & de preſſion, forceront les colonnes adjacentes à leur céder, à ſe déplacer, à s'élever vers la ſurface, à leur donner paſſage vers le fond. Donc ce ſolide gagnera le fond, par la même raiſon & par le même méchaniſme, que le mercure mêlé & battu avec l'eau, va ſe dépoſer au fond; par la même raiſon & par le même méchaniſme, qu'un baſſin d'une balance chargé de deux livres, s'abaiſſe & éleve le baſſin oppoſé chargé d'un moindre poids.

II°. Qu'autour du ſolide P, on conçoive les globules liquides *aa*, *cc*, *nn*, *rr* : tous ces globules, ſollicités par leur gravité propre, tendent à deſcendre au fond du vaſe : de ſorte que les globules *aa*, *cc*, tendent à s'écarter les uns des autres, en vertu de leur gravité; tandis que les globules *nn*, *rr*, en vertu de leur même gravité, tendent à s'approcher. Mais comme le ſolide P, dans tous ſes éléments, a plus de gravité que n'en ont les globules environnants; il forcera par ſon excès de gravité les globules *nn*, *rr*, à s'écarter; & tandis que le ſolide P deſcendra entre les globules écartés *nn*, *rr*, les globules *aa*, *cc*, tendront par leur gravité à ſe rapprocher, & à remplir le vuide occaſionné par l'abaiſſement du ſolide P.

III°. Mais tandis que le ſolide P s'abaiſſe & tend vers le fond par ſon excès de peſanteur, il éleve une quantité de liquide égale à ſon volume : donc ce liquide, qui s'éleve contre ſa gravité & qui lutte contre la gravité du ſolide, doit détruire une partie de la gravité du ſolide égale à ſa gravité propre. Donc ce ſolide P ne tendra point vers le fond du vaſe par toute ſa gravité, mais ſimplement par l'excès de gravité

qu'il a ſur un égal volume du liquide : donc le ſolide P, plongé dans un liquide, perd une quantité de ſa gravité égale à la gravité du liquide qu'il déplace, & dont il occupe l'eſpace. (344.)

IV°. Le ſolide P tend à deſcendre par ſa gravité réſidente dans ſon centre, & éprouve en tout ſens & de tout côté une égale réſiſtance de la part du liquide : donc le ſolide P doit deſcendre vers le fond du vaſe par la perpendiculaire VPN prolongée, & menée du centre du ſolide vers le centre de la terre. C. Q. F. D.

640. COROLLAIRE II. *Si le ſolide* P *eſt ſpécifiquement plus léger que le liquide dans lequel il eſt plongé, il doit s'élever vers la ſurface du liquide.* (fig. 8.)

DÉMONSTRATION. I°. Les colonnes liquides, ſur leſquelles repoſe le ſolide & dont il fait partie, deviennent plus légeres ou moins peſantes que les colonnes adjacentes : donc ces colonnes adjacentes doivent forcer les colonnes dans leſquelles ſe trouve le ſolide, à s'élever & à élever avec elles le ſolide.

II°. Les éléments *nn*, *rr*, tendent par leur gravité à s'approcher, avec plus de force que les éléments correſpondants du ſolide plus léger, ne tendent à les écarter : de même, les éléments *aa*, *cc*, par leur gravité, tendent avec plus de force à s'écarter, que le ſolide plus léger ne tend à leur faire un vuide où ils puiſſent ſe rapprocher. Donc ces éléments liquides *aa*, *cc*, *nn*, *rr*, font plus d'effort pour élever le ſolide, que le ſolide ſpécifiquement moins peſant n'en fait pour deſcendre & pour les élever : donc ce ſolide doit céder à la force

ſupérieure du liquide, & s'élever vers la ſurface.

III°. Le ſolide P, en s'élevant contre ſa gravité, réſiſte par toute ſa gravité, à la gravité du liquide qui l'éleve : donc ce ſolide ne doit pas s'élever avec un mouvement proportionnel à toute la gravité du liquide, mais ſimplement avec un mouvement proportionnel à l'excès de peſanteur ſpécifique qu'a ſur lui le liquide. (344.)

IV°. Le ſolide P eſt preſſé également de droite à gauche & de gauche à droite en tout ſens, par les éléments liquides qui l'environnent : donc toutes ces forces égales & oppoſées, doivent ſe détruire réciproquement : donc le ſolide, en s'élevant vers la ſurface, ne doit s'écarter ni à droite ni à gauche en aucun ſens, de la perpendiculaire PV : donc ce ſolide doit s'élever vers la ſurface, par cette perpendiculaire, menée du centre de la terre au centre du ſolide & prolongée vers la ſurface du liquide. C. Q. F. D.

641. COROLLAIRE III. *Si le ſolide* P *eſt ſpécifiquement auſſi peſant que le liquide, il doit demeurer immobile au point d'enfoncement où il ſe trouve placé, ſans monter & ſans deſcendre.* (fig. 8.)

DÉMONSTRATION. I°. Les colonnes liquides ſur leſquelles repoſe le ſolide & dont il fait partie, ne deviennent ni plus légeres ni plus peſantes, que les colonnes adjacentes : donc l'équilibre qui régnoit entre toutes ces colonnes avant que le ſolide y fût plongé (623. IV.), doit ſubſiſter après que le ſolide d'égale peſanteur ſpécifique s'y trouve plongé.

II°. Les éléments *n n*, *r r*, ſont préciſément

autant d'effort pour s'approcher, que le ſolide en fait pour les écarter : donc ces deux forces, égales & oppoſées, doivent ſe détruire & ne produire aucun effet : donc le ſolide P, porté en bas & en haut, à gauche & à droite, par des forces égales & oppoſées, doit reſter immobile au point où il ſe trouve (344). C. Q. F. D.

DIVERS PROBLÊMES.

642. PROBLÊME I. *Trouver le rapport de peſanteur ſpécifique entre un ſolide & un liquide.*

SOLUTION I. Soit un ſolide d'une figure quelconque, dont on veuille comparer la peſanteur ſpécifique (202), avec la peſanteur ſpécifique de l'eau, ou du vin, ou de l'huile, ou de tel autre liquide moins peſant que le ſolide. On ſuppoſe que le ſolide n'eſt point une matiere ſpongieuſe, qui puiſſe admettre dans ſes pores une portion du liquide ; ni une matiere diſſoluble, qui puiſſe ſe loger dans les pores du diſſolvant, ou loger le diſſolvant dans ſes pores. (*fig.* 6.)

I°. Suſpendez le ſolide D, plus peſant que le liquide, au bras G d'une balance très-exacte & très-mobile, par le moyen d'un cheveu ; ou ſi le corps D eſt trop peſant, par le moyen d'un fil de laiton que vous aurez mis auparavant en équilibre avec le baſſin oppoſé N. Peſez d'abord dans l'air en C le ſolide D, en mettant ſur le baſſin N un nombre de poids connus, d'onces, de grains, qui faſſent exactement équilibre avec le ſolide D, placé dans l'air en C : vous aurez la peſanteur abſolue de ce corps peſé dans l'air.

II°. Sous la balance FG, ſuſpendue à un crochet, placez un baſſin plein d'un liquide quel-

conque moins peſant que le ſolide : le ſolide D s'y enfoncera, en perdant une quantité de ſon poids, égale au poids du liquide qu'il déplace ; & il déplace un volume du liquide, égal à ſon volume (639. III°.). Le ſolide D, plongé dans le liquide, ne ſera plus équilibre avec le baſſin oppoſé N ; & il faudra ôter au baſſin N un certain nombre de poids, pour rétablir l'équilibre. Les poids ôtés ſont la peſanteur abſolue d'un volume du liquide, égal au volume du ſolide.

III°. Faites cette proportion : le poids du ſolide peſé dans l'air, eſt au poids qu'il perd étant peſé dans le liquide, comme la peſanteur ſpécifique du ſolide, eſt à la peſanteur ſpécifique du liquide. Par exemple, ſuppoſons qu'une maſſe de cuivre roſette, quelle qu'en ſoit la figure, peſe 18 onces dans l'air, & qu'elle ne peſe que 16 onces dans l'eau : on trouvera que la peſanteur ſpécifique de la roſette eſt à la peſanteur ſpécifique de l'eau, comme 18 eſt à 2, ou comme 9 eſt à 1.

On trouvera de la même maniere, le rapport de peſanteur entre une maſſe d'or ſolide, & un volume d'eau égal à cette maſſe ; entre une maſſe quelconque d'argent ſolide, pur ou allié, & un volume d'eau égal à cette maſſe ; & ainſi du reſte.

SOLUTION II. Soit un autre ſolide, d'une figure quelconque, plus ou moins peſant qu'un égal volume du liquide avec lequel on veut comparer ſa peſanteur ſpécifique. (*fig.* 8.)

I°. Empliſſez le vaiſſeau ABCD, du liquide que vous voulez comparer avec le ſolide ; & laiſſez écouler tranquillement par le canal A, l'excès de plénitude.

II°. Mettez enſuite ſous le canal A, un vaſe convenable; & après avoir peſé exactement dans l'air le ſolide P, plongez-le entiérement dans le liquide ABCD, par le moyen d'un crin ou d'un fil qui l'entraîne & l'arrête dans ſon ſein. Le ſolide P, plongé & retenu dans le liquide, fera ſortir par le canal A, un volume de liquide égal à ſon volume.

III°. Quand le liquide aura ceſſé de couler par le canal A, peſez exactement la quantité qu'en aura fait ſortir le ſolide P; & comparez le poids du liquide avec le poids du ſolide: le rapport de leurs poids exprimera le rapport de leurs peſanteurs ſpécifiques. Par exemple, ſi le ſolide P peſe 20 livres, & que le volume d'eau qu'il aura fait ſortir par le canal A, en peſe 10; la peſanteur ſpécifique du ſolide eſt à celle du liquide, comme 20 eſt à 10, ou comme 2 eſt à 1; ſi le ſolide peſe 20 onces, & que le volume d'eau ou de tel autre liquide qu'il déplace, en peſe 30; la peſanteur ſpécifique du ſolide eſt à celle du liquide, comme 20 eſt à 30, ou comme 2 eſt à 3; & ainſi du reſte.

643. PROBLÊME II. *Trouver le rapport de peſanteur ſpécifique, entre différents liquides.*

SOLUTION I. Après avoir exactement peſé dans l'air un ſolide d'une figure quelconque, par exemple, une petite maſſe d'or, qu'on le peſe ſucceſſivement dans différents liquides; comme dans la premiere ſolution du problême précédent. Ce ſolide, plongé dans un liquide, perdra d'autant plus de ſon poids, que le liquide dans lequel il s'enfoncera tout entier par ſa gravité, aura plus de peſanteur ſpécifique. Le poids perdu

dans l'eau, exprimera la peſanteur ſpécifique de l'eau : le poids perdu dans l'eſprit-de-vin, exprimera la peſanteur ſpécifique de l'eſprit-de-vin : le poids perdu dans le mercure, exprimera la peſanteur ſpécifique du mercure ; & ainſi du reſte. On pourra donc comparer entre elles toutes ces peſanteurs ſpécifiques des différents liquides.

SOLUTION II. Que l'on empliſſe ſucceſſivement de différents liquides, d'eau, de vin, d'huile, de mercure, d'eau-forte, d'eſprit-de-vin, & ainſi du reſte, un même vaſe conique de verre ABC (*fig.* 5.), par la très-petite ouverture A ; & que l'on peſe exactement chaque liquide à part, en retranchant le poids propre du vaſe : les poids trouvés exprimeront les peſanteurs ſpécifiques des différents liquides qu'on aura ſoumis à cet examen. Ces opérations, extrêmement délicates, demandent d'être faites avec beaucoup d'attention & de ſagacité.

644. REMARQUE. C'eſt par des méthodes ſemblables à celles que nous venons d'indiquer dans ces deux problêmes, qu'on a trouvé le rapport de peſanteur ſpécifique entre preſque tous les corps ſolides & liquides.

Voici une table où ſe trouve exprimée en nombres proportionnels & en nombre abſolus, la peſanteur ſpécifique des différents corps dont la connoiſſance nous intéreſſe le plus. On conçoit bien que dans une table générale, il faut néceſſairement faire abſtraction de certaines petites variétés que peut occaſionner la différence de pureté, de qualité, de condenſation, de dilatation, qui ſont accidentelles à pluſieurs de ces corps, & qui font qu'un obſervateur ne trouve

pas toujours préciſément la même peſanteur ſpécifique qu'un autre obſervateur.

La table des peſanteurs *en nombres proportionnels*, eſt tirée des œuvres de MM. Muſchembroek & Nollet, dont tout le monde connoît la ſagacité en fait d'expériences qui exigent de la délicateſſe, de l'exactitude, de la préciſion. La table des peſanteurs *en nombres abſolus*, eſt une ſuite & une application de la table des peſanteurs en nombres proportionnels. Etant connue la peſanteur abſolue d'un pied cube d'eau, on trouve la peſanteur abſolue des différents corps dont on connoît la peſanteur relative par une ſimple regle de trois, en cette maniere qui pourra ſervir d'exemple général : la peſanteur abſolue d'un pied cube d'eau de pluie 70 livres, eſt à la peſanteur abſolue d'un pied cube d'or d'eſſai ou de coupelle x livres, comme 1000 eſt à 19640 : on trouvera environ 1374 livres, pour le poids d'un pied cube d'or ſans alliage, d'or d'eſſai ou de coupelle.

La peſanteur en nombres proportionnels convient à toute quantité poſſible, à un pouce cube, comme à un pied ou à une toiſe cubes. Pour la peſanteur en nombres abſolus, nous prendrons pour termes de comparaiſon, un pied cube d'eau de pluie, & un pied cube des différents corps dont nous donnons les peſanteurs relatives.

Dans la table des peſanteurs en nombres abſolus, nous ſuppoſerons que la peſanteur d'un pied cube d'eau de pluie eſt exactement en nombres ronds, de 70 livres, négligeant les petites fractions en plus ou en moins de ce premier terme de comparaiſon. Pour la peſanteur des

autres corps que nous comparons avec l'eau, nous négligerons auſſi les fractions qui ſeront au-deſſous d'un quart de livre ſur un pied cube. Si on ne trouve pas les mêmes réſultats de peſanteur abſolue dans quelques ouvrages de phyſique, cela vient de ce qu'on y a tracé ces rapports d'après des tables de peſanteurs relatives, que nous jugeons moins ſcrupuleuſement exactes que celle que nous ſuivons. On conçoit aiſément que les corps plus légers que l'eau, doivent ſurnager; que les corps plus peſants, doivent s'enfoncer dans l'eau.

Selon cette table, la peſanteur de l'air eſt à la peſanteur de l'eau de pluie, comme $1+\frac{1}{4}$ eſt à 1000, ou comme 1 eſt à 800 : de ſorte qu'un pied cube d'eau doit peſer autant que 800 pieds cubes d'air. Le pied cube d'eau de pluie peſe environ 70 livres : le pied cube d'air, ſelon ce rapport, doit peſer exactement une once & deux cinquiemes d'once : de ſorte que 40 pieds cubes d'air peſeront préciſément trois livres & demie.

TABLE ALPHABÉTIQUE

Des peſanteurs relatives d'un égal volume de	*Parties proportionnelles.*	Des peſanteurs abſolues d'un pied cube de *Livres environ.*
Eau de pluie	1,000	70
Acier trempé	7,704	$539+\frac{1}{4}$
Acier non trempé	7,738	$541+\frac{1}{2}$
Agathe d'Angleterre	2,512	$175+\frac{3}{4}$
Albâtre	1,872	131

Pesanteurs relatives d'un égal volume de	*Parties proportionnelles.*	Pesanteurs absolues d'un pied cube de *Livres environ.*
Alun	1,714	120
Ambre	1,040	72 + 3/4
Antimoine d'Allemagne	4,000	280
Antimoine de Hongrie	4,700	329
Ardoise bleue	3,500	245
Argent de coupelle	11,091	776 + 1/3
Bismuth	9,700	679
Bois de Bresil	1,030	72
— Cedre	0,613	43
— Sapin	0,550	38 + 1/2
— Orme	0,600	42
— Gayac	1,337	93 + 1/2
— Ebene	1,177	82
— Erable	0,755	52 + 3/4
— Frêne	0,845	58 + 1/4
— Bouis	1,030	72
Borax	1,720	120 + 1/2
Caillou	2,542	178
Camphre	0,995	69 + 2/3
Charbon de terre	1,240	86 + 3/4
Cinabre naturel	7,300	511
Cinabre artificiel	8,200	574
Cire jaune	0,995	69 + 2/3
Corail rouge	2,689	188 + 1/2
Corail blanc	2,500	175

Pesanteurs relatives d'un égal volume de	*Parties proportionnelles.*	Pesanteurs absolues d'un pied cube de *Livres environ.*
Corne de bœuf. . .	1,840	128+$\frac{3}{4}$
Corne de cerf . . .	1,870	131
Cryſtal de roche . .	2,650	188+$\frac{1}{2}$
Cryſtal d'Iſlande . .	2,720	190+$\frac{1}{2}$
Cuivre de Suede . .	8,780	614+$\frac{3}{4}$
Cuivre jetté en moule .	8,000	560
Diamant	3,400	238
Eau de riviere . . .	1,009	70+$\frac{1}{2}$
Eau diſtillée . . .	0,993	69+$\frac{1}{4}$
Ecailles d'huîtres . .	2,092	146+$\frac{1}{2}$
Encens	1,071	75
Eſprit-de-vin rectifié .	0,866	60+$\frac{1}{2}$
Etain pur	7,320	512+$\frac{1}{2}$
Etain allié d'Angleterre .	7,471	523
Fer	7,640	535
Gomme arabique . .	1,375	95+$\frac{1}{2}$
Grenat de Bohême . .	4,360	305+$\frac{1}{4}$
Grenat de Suede . .	3,978	278+$\frac{1}{2}$
Huile de lin . . .	0,932	65+$\frac{1}{4}$
Huile d'olives . . .	0,913	64
Huile de vitriol . .	1,700	119
Karabé	1,065	74+$\frac{1}{2}$
Ivoire	1,825	127+$\frac{2}{3}$
Lait de vache . . .	1,030	72
Marbre noir d'Italie .	2,704	189+$\frac{3}{4}$

Pesanteurs relatives d'un égal volume de	*Parties proportionnelles.*	Pesanteurs absolues d'un pied cube de *Livres environ.*
Marbre blanc d'Italie .	2,707	189+$\frac{1}{2}$
Mercure	13,593	951+$\frac{1}{2}$
Noix de Galles . . .	1,034	72+$\frac{1}{3}$
Or de Coupelle . .	19,640	1374+$\frac{3}{4}$
Or d'une guinée . .	18,888	1322+$\frac{1}{4}$
Os de bœuf . . .	1,656	115+$\frac{3}{4}$
Pierre sanguine . .	4,360	305+$\frac{1}{4}$
Pierre calaminaire . .	5,000	350
Pierre à fusil opaque .	2,542	178
— transparente . .	2,641	184+$\frac{3}{4}$
Poix	1,150	80+$\frac{1}{2}$
Sang humain . . .	2,040	142+$\frac{3}{4}$
Sel de glauber . . .	2,246	157+$\frac{1}{4}$
Sel ammoniac . . .	1,453	101+$\frac{2}{3}$
Sel gemme . . .	2,143	150
Soufre commun . .	1,800	126
Verre blanc . . .	3,150	220+$\frac{1}{2}$
Verre commun . .	2,620	183+$\frac{1}{2}$
Vin de Bourgogne . .	0,953	65+$\frac{2}{3}$
Vinaigre de vin . .	1,011	70+$\frac{3}{4}$
Vitriol d'Angleterre .	1,880	121+$\frac{1}{2}$
Air . 0,001+$\frac{1}{4}$		*une once &* $\frac{2}{5}$ *exactement.*

645. PROBLÊME III. *Expliquer pourquoi une barque ou un vaisseau surnagent.*

SOLUTION. I°. Un ſolide ne peut s'enfoncer totalement dans l'eau, ſans déplacer & élever un volume d'eau égal à ſon volume : donc ſi la barque ou le vaiſſeau ont moins de peſanteur ſpécifique qu'un égal volume d'eau, ils doivent ſurnager.

II°. La barque & le vaiſſeau, à cauſe de leur capacité vuide, répondent à un grand volume d'eau, dans laquelle ils ne peuvent s'enfoncer totalement, ſans être chargés d'un poids au moins égal au poids du volume d'eau à déplacer : donc, tant que le poids de la barque & du vaiſſeau ſera moindre que le poids d'un volume d'eau égal à leur volume, la barque & le vaiſſeau doivent ſurnager ; & ne s'enfoncer dans l'eau que d'une quantité qui ſoit à tout leur volume, comme la maſſe d'eau déplacée & élevée par leur peſanteur, eſt à toute la maſſe d'eau que déplaceroit & éleveroit leur enfoncement total. (640.)

III°. Quand l'eau pénetre dans le vaiſſeau & en emplit la capacité, le vaiſſeau s'enfonce : parce que le poids de l'eau, joint au poids des matieres qui conſtituent ou qui chargent le vaiſſeau, fait un poids ſpécifiquement plus grand que le poids d'un égal volume d'eau. (639.)

IV°. Quand un vaiſſeau dans un tems de tempête, eſt battu par des vagues énormes, qui fondant ſur lui comme des montagnes mugiſſantes, l'enfoncent au ſein des mers & des abymes ; après la ſecouſſe, le vaiſſeau remonte vers la ſurface de l'eau, reprend ſon équilibre : parce que le vaiſſeau, fermé de toute part comme un tonneau, eſt par-tout inacceſſible à l'eau ; & qu'enfoncé au ſein des mers, il ſe trouve plus

léger qu'un égal volume d'eau. Les colonnes liquides dont le vaiſſeau ſubmergé fait partie, ſe trouvent moins peſantes que les colonnes adjacentes, leſquelles par leur excès de peſanteur, portent le vaiſſeau vers la ſurface. (640.)

V°. Quand les vents & les vagues inclinent ou renverſent un vaiſſeau ſur le côté; le vaiſſeau, après la ſecouſſe, reprend ſon équilibre: parce que le centre de gravité, qui ſe trouve un peu au-deſſus du milieu de la quille, incliné en un ſens quelconque, fait un effort violent pour ſe remettre dans la ligne perpendiculaire à l'horiſon (441), ou dans la ligne par laquelle toute la maſſe du vaiſſeau gravite vers le centre de la terre; ligne dont le centre de gravité avoit été écarté par la ſecouſſe des vagues ou des vents. C'eſt pour donner la plus grande force à ce centre de gravité (412), & pour le rapprocher le plus qu'il eſt poſſible de la quille, qu'on charge le fond du vaiſſeau de matieres très-peſantes: c'eſt ce qu'on appelle *leſter le vaiſſeau.*

646. PROBLÊME IV. *Expliquer le mouvement des poiſſons dans l'eau.*

SOLUTION. I°. Les poiſſons ont pour la plupart une queue & des nageoires, qu'ils meuvent avec une très-grande rapidité. Cette queue & ces nageoires font chez les poiſſons, la fonction de rames, qui en frappant l'eau avec plus ou moins de force, emportent ou détournent le corps du poiſſon, dans un ſens oppoſé à la percuſſion.

II°. La plupart des poiſſons dont on a fait l'anatomie, ont des veſſies aériennes, qu'ils enflent & compriment à volonté. *En enflant ces veſſies*, ils ſe donnent un plus grand volume; ils deviennent

deviennent ſpécifiquement plus légers que l'eau ; ils ſont emportés vers la ſurface, par le ſeul poids de l'eau (640). *En comprimant ces veſſies*, ils ſe donnent un volume plus petit ; ils deviennent ſpéciquement plus peſants que l'eau ; ils ſont emportés vers le fond, par leur excès de peſanteur ſur l'eau (639). L'impulſion de leur queue & de leurs nageoires contre l'eau qui leur ſert de point d'appui, ajoute à la rapidité du mouvement qui doit les abaiſſer vers le fond ou les élever vers la ſurface de l'eau, ſelon leur deſir qui met en jeu le méchaniſme de leur muſcles & de leurs nerfs.

647. PROBLÊME V. *Expliquer les mouvements des nageurs.*

SOLUTION. I°. Le corps humain n'a pas beaucoup plus de peſanteur ſpécifique que l'eau : il ne faut donc qu'une petite force pour le ſoutenir ſur l'eau, ou pour l'empêcher de deſcendre au fond ; puiſqu'il ne tend au fond de l'eau, que par l'excès de peſanteur ſpécifique qu'il a ſur un égal volume d'eau.

II°. En s'étendant horiſontalement ſur la ſurface de l'eau, & en dilatant autant qu'il le peut ſes poumons, le nageur répond au plus grand nombre poſſible de colonnes liquides propres à le ſupporter : il s'enfonceroit cependant par ſon petit excès de peſanteur ſpécifique, s'il n'appelloit l'art ou la nature à ſon ſecours.

III°. Le mouvement des pieds & des mains fait chez les nageurs, ce que fait le mouvement des rames chez les bateliers, le mouvement des nageoires chez les poiſſons. En frappant rapidement l'eau avec les pieds & avec les mains

dans une direction perpendiculaire à l'horiſon, les nageurs impriment continuellement à leur corps un mouvement vertical, qui détruit à chaque inſtant le mouvement central qu'occaſionneroit leur excès de peſanteur ſpécifique ſur l'eau : delà leur ſuſpenſion ſur l'eau. Comme l'eau rapidement frappée eſt pour les nageurs un point d'appui ; cette eau frappée de droite à gauche, par exemple, leur imprime un mouvement de gauche à droite : delà leur mouvement dans toute direction ſur l'eau.

Pour rendre plus ſenſible l'action des nageurs, ſuppoſons un homme aſſis ſur le baſſin d'une balance mobile en tout ſens & élevée d'un pied au-deſſus du plancher d'une chambre : que cet homme peſe 150 livres, tandis que le baſſin oppoſé n'eſt chargé que de 145 livres ; il eſt clair que le baſſin qui porte cet homme, doit tendre vers le plancher par ſon excès de peſanteur qui eſt de cinq livres, le reſte de ſon poids étant détruit par le poids oppoſé. Mais que cet homme frappe inceſſamment le plancher avec les pieds ou avec les mains : il s'imprimera inceſſamment un mouvement oppoſé à ſa gravitation, lequel le ſoutiendra en l'air au-deſſus du plancher, & le mouvra ou à droite ou gauche, toujours dans un ſens oppoſé à la percuſſion tantôt perpendiculaire, tantôt oblique à l'horiſon. C'eſt l'image d'un nageur étendu ſur l'eau, lequel par l'action de ſes pieds & de ſes mains, détruit ſans ceſſe ſon excès de gravitation ſur l'eau, & ſe donne tels mouvements qu'il lui plaît.

IV°. Mais ſi l'épuiſement de force ou quelqu'autre accident funeſte empêche & ſuſpend dans le nageur, le mouvement néceſſaire pour le ſoutenir & pour le conduire ſur l'eau ; livré

à ſon excès de peſanteur ſpécifique que rien ne combat & ne détruit, il deſcend au fond de l'eau & il y perd la vie.

V°. Il eſt plus facile de nager dans la mer que dans une riviere : parce que l'eau de la mer étant notablement plus peſante que l'eau des rivieres, elle fait équilibre avec une plus grande partie de la peſanteur du corps humain, & laiſſe un moindre poids à ſoutenir à l'art & à l'effort du nageur. Par exemple, ſuppoſons qu'un nageur peſant 150 livres, déplace & éleve, en s'enfonçant dans l'eau, deux pieds cubes d'eau ; & que le pied cube d'eau de mer peſe 73 livres, tandis que le pied cube d'eau de riviere n'en peſe qu'environ 70. Ce nageur, plongé dans une eau de riviere, perdra 140 livres de ſon poids ; & il lui reſtera dix livres de ſon poids à ſoutenir par ſon art. Ce même nageur, plongé dans une eau de mer, perdra 146 livres de ſon poids ; & il n'aura à ſoutenir par ſon art, que quatre livres de ſon poids. Il lui faudra donc moins d'effort pour ſe ſoutenir ſur l'eau, dans le premier cas, que dans le ſecond.

VI°. En général, les hommes & les animaux nagent d'autant plus facilement, qu'ils ſont plus gras : parce que, à égalité de volume, les graiſſes peſent moins que les os. Un ſujet approche donc d'autant plus de la peſanteur ſpécifique de l'eau, qu'il a moins d'os & plus de graiſſe.

648. REMARQUE. Il eſt à propos de faire ici ſur les noyés, deux obſervations qui peuvent intéreſſer egalement & la phyſique & l'humanité.

I°. Les noyés ne ſont point étouffés par l'eau qu'ils avalent : car il en entre fort peu dans

leur eſtomac, & point du tout dans leur poitrine. Ce qui les fait périr, c'eſt la ſuffocation, ou le défaut de reſpiration.

II°. Mais la mort n'eſt pas également prompte dans tous les noyés. On en a vu qui, après avoir été enſevelis 12, 15, 20 heures au fond d'une riviere, en ont été tirés morts en apparence, pleins de vie en réalité. Il n'y pas bien long-tems qu'un voyageur en chaiſe de poſte, pendant la plus rude ſaiſon de l'année, fut englouti dans le Gardon débordé, entre Avignon & Nîmes. Son domeſtique, qui le ſuivoit à cheval, courut auſſitôt chercher du ſecours dans le voiſinage: mais ce ne fut que dix ou douze heures après ce ſiniſtre événement, qu'il vint à bout avec ſa ſuite de découvrir la chaiſe ſubmergée, où devoient ſe trouver le cadavre & les effets de ſon maître. La chaiſe ayant été tirée hors de l'eau, le domeſtique intelligent fait porter rapidement le cadavre glacé dans la maiſon la plus voiſine; l'étend nud ſur une couverture auprès du feu; fait amaſſer & chauffer une grande quantité de cendres, dont il couvre ſucceſſivement tout le cadavre, à l'exception du viſage; & vient à bout, par cette chaleur ménagée & augmentée à propos, de rendre à la vie ſon cher maître, qui dans moins de vingt-quatre heures fut en état de reprendre la poſte en parfaite ſanté.

Quoique l'air ſoit néceſſaire à la vie animale, la quantité d'air qui ſe trouve enfermée dans les poumons des noyés, eſt capable d'entretenir quelquefois pendant un tems aſſez long, un foible mouvement dans le cœur & une lente circulation dans le ſang: delà un principe de vie, qui n'a beſoin que d'être aidé & fortifié,

pour remettre en jeu la machine & pour rétablir toute l'économie animale.

On conçoit, par ce que nous venons de dire, combien il eſt important de ne pas déſeſpérer trop promptement de la vie des noyés. Il eſt certain que parmi les noyés, on regarde ſouvent comme morts, des ſujets qui ne le ſont point, & qui ne périſſent que faute de ſecours. Nous laiſſons aux perſonnes expérimentées, le ſoin d'apprendre au public, quels ſont les ſecours les plus efficaces & les plus convenables dans ces ſortes d'accidents.

649. PROBLÊME VI. *Expliquer pourquoi les mêmes corps tantôt flottent ſur l'eau, tantôt s'enfoncent dans l'eau.*

SOLUTION. Tous les corps ſpécifiquement plus peſants que l'eau, vont au fond : tous les corps ſpécifiquement plus légers que l'eau, ſurnagent. Loi immuable & invariable, elle ne ſouffre aucune exception. Le phénomene en queſtion, ſuppoſe donc inconteſtablement un changement de gravité ſpécifique, dans les corps qui en ſont le ſujet.

I°. La plupart des bois ſont ſpécifiquement plus légers que l'eau ; parce qu'ils contiennent beaucoup d'air dans leurs pores : c'eſt pourquoi ils flottent d'abord ſur l'eau. Mais à la longue, ces corps ſe décompoſent : l'eau s'infiltrant à travers leurs pores, en expulſe l'air, ajoute ſa peſanteur à la peſanteur des parties ligneuſes qui ſont ſpécifiquement plus peſantes que l'eau ; & alors le bois, par ſon excès de peſanteur, gagne le fond, pour ne plus revenir à la ſurface.

II°. Un cadavre, plongé dans l'eau, va d'a-

bord au fond: parce qu'il a plus de peſanteur ſpécifique que l'eau. Quelque tems après, ce même cadavre remonte à la ſurface & ſurnage: parce que la fermentation & la corruption de ſes parties, en dilatant l'air intérieur, en détendant ſes fibres & ſes muſcles, en augmentant en tout ſens ſon volume, ont rendu ce cadavre ſpécifiquement plus léger que l'eau. Enfin, ce cadavre va de nouveau au fond, pour ne plus remonter à la ſurface: parce que la putréfaction conſommée, en ouvrant tous ſes pores & en donnant par-tout paſſage à l'eau, lui enleve ſes parties aériennes, huileuſes, ignées, qui ſont plus légeres que l'eau; & ne lui laiſſe que ſes parties nerveuſes, muſculeuſes, oſſeuſes, qui ſont plus peſantes que l'eau.

III°. Un globe ou un cube de cire ne deſcend point au fond de l'eau froide, il ſurnage: parce que la cire eſt un peu plus légere que l'eau froide. Si l'on fait chauffer cette eau, le globe ou le cube de cire deſcend au fond: parce que la chaleur augmente conſidérablement le volume de l'eau, & la rend ſpécifiquement plus légere que la cire, laquelle eſt moins promptement affectée par la chaleur. La cire, arrivée au fond du vaſe, reçoit & retient une grande quantité de particules ignées; acquiert à ſon tour une dilatation plus grande que celle de l'eau, qui donne un plus libre paſſage au torrent de la matiere ignée; ſe trouve à la fin avoir moins de gravité ſpécifique que l'eau; & remonte par là même à la ſurface.

650. PROBLÊME VII. *Expliquer pourquoi certains corps, enfoncés dans l'eau, ſont ſi faciles à élever juſqu'à la ſurface de l'eau.*

SOLUTION. I°. Soit un ſceau garni de cercles de fer, lequel plongé dans l'eau, ait un excès de peſanteur égal à 10 livres : ce ſceau ira au fond du puits. Que ce ſceau, tant par ſon poids propre, que par le poids de l'eau dont il eſt empli, peſe hors de l'eau deux quintaux : pour l'élever juſqu'à la ſurface du puits, il ne faudra qu'une force égale à 10 livres ; parce que le reſte du poids eſt élevé par la preſſion en tout ſens des colonnes liquides adjacentes (639). Mais pour élever ce même ſceau, toujours empli d'eau, au-deſſus de la ſurface du puits, il faudra une force égale à 200 livres : parce que les colonnes aqueuſes n'agiſſent plus contre le ſceau, pour l'élever ou pour le ſoutenir au-deſſus de la ſurface de l'eau.

II°. Soit un pied cube d'étain, ſuſpendu par une ficelle dans un puits (*fig.* 6) : ce pied cube d'étain, peſant environ 512 livres en plein air, perdra 70 livres de ſon poids dans l'eau, & reprendra tout ſon poids hors de l'eau : donc la puiſſance qui fera effort pour l'élever, aura à vaincre 70 livres de plus, quand le cube de plomb paſſera de l'eau dans l'air.

651. PROBLÊME VIII. *Trouver par les loix de l'hydroſtatique, ſi certains métaux ſont purs, ou s'ils ſont alliés avec d'autres métaux plus ou moins peſants.*

SOLUTION. I°. Tous les métaux purs ont une différente denſité, une différente peſanteur ſpécifique : ils perdent donc tous une inégale quantité de leur poids, quand ils ſont plongés dans l'eau. Par exemple, l'or de coupelle, l'or le plus pur, perd environ un dix-neuvieme & demi

de ſon poids ; l'argent le plus pur, environ un onzieme (644) ; la platine la plus pure, entre un dix-huitieme & un dix-neuvieme.

II°. Soit une maſſe d'or, dans laquelle on ſoupçonne un alliage d'argent. Après avoir peſé exactement cette maſſe hors de l'eau, qu'on la peſe encore plongée dans l'eau : ſi elle ne perd dans l'eau que $\frac{1}{19}+\frac{1}{2}$ de ſon poids, elle eſt ſans alliage : ſi elle perd plus de ſon poids, elle a de l'alliage ; & elle en a d'autant plus, qu'elle perd plus de ſon poids.

III°. Pour déterminer par les loix de l'hydroſtatique, la quantité préciſe d'alliage qu'a une maſſe d'or tenant argent, il faut avoir recours à certaines équations dont nous parlerons dans un autre ouvrage. (*Math.* 286.)

IV°. La même méthode peut s'appliquer également à d'autres métaux, dont on connoît ou dont on cherche les peſanteurs ſpécifiques dans leur état de pureté & dans leur état d'alliage.

QUATRIEME LOI.

652. *Si on mêle enſemble pluſieurs liquides de différente peſanteur ſpécifique, & qui n'aient pas une affinité marquée l'un pour l'autre, ces liquides ſe ſéparent par leur diverſité de peſanteurs : le plus peſant ſe place au fond ; le plus léger, à la ſurface ; les autres, dans l'entre-deux, ſelon l'ordre de leurs peſanteurs.*

DÉMONSTRATION. Si dans une même phiole de verre, on mêle & on agite enſemble du mercure, de l'huile de tartre, de l'eſprit-de-vin, de l'eſprit de térébenthine & de l'air ; quand ces liquides ou fluides de différente peſanteur, n'auront plus que

leur mouvement de gravitation propre, ils ſe ſépareront & ſe placeront en couches concentriques l'un ſur l'autre ſelon l'ordre de leurs peſanteurs; le mercure au fond, l'huile de tartre immédiatement au-deſſus, après celle-ci l'eſprit-de-vin, l'eſprit de térébenthine enſuite, l'air au-deſſus de tout: & ſi l'on renverſe pluſieurs fois la phiole en l'agitant; dès qu'on la rend au repos, chacune de ces liqueurs reprend ſa place, mais le mercure & l'huile de tartre plus promptement que les autres. Donc l'expérience conſtate & démontre la loi que nous venons de poſer.

La raiſon en eſt, que chaque élément de ces différents liquides ayant ſa gravitation à part, & cette gravitation étant différente dans chaque eſpece de liquide; l'élément plus peſant tend à deſcendre avec plus de force que l'élément moins peſant; & par ſon excès de peſanteur, force l'élément moins peſant à s'élever vers la ſurface. C. Q. F. D.

653. REMARQUE. Il y a certains liquides de différente peſanteur ſpécifique, qui intimément mêlés enſemble, ne ſe ſéparent point les uns des autres. La raiſon en eſt, que ces liquides ont entre eux une affinité, qui détruit la force par laquelle leur différence de peſanteur tend à les ſéparer. Par exemple,

I°. L'or & l'argent, fondus dans un même creuſet, reſtent unis & mêlangés dans l'état liquide, comme ils l'étoient dans l'état ſolide; & ne ſe ſéparent point en ſe refroidiſſant tranquillement. L'affinité ou l'attraction ſpéciale qui regne entre les molécules de l'or & de l'argent, a plus de force pour les tenir unies, que leur différente peſanteur n'en a pour les ſéparer: ce

n'eſt que par les moyen des menſtrues ou des diſſolvants, qu'on peut opérer la ſéparation de ces deux métaux alliés enſemble. (117, 570.)

II°. L'eau eſt un peu plus peſante que le vin. Si on prend un verre à double fond, dont les deux capacités, l'une ſupérieure & l'autre inférieure, n'aient qu'une très-petite ouverture de communication, & qu'on empliſſe de vin la capacité inférieure, & d'eau la capacité ſupérieure, on verra ces deux liquides changer de place : on verra une colonne de vin monter & une colonne d'eau deſcendre parallélement par la petite ouverture de communication, juſqu'à ce que l'eau ait pris toute la place du vin. Les colonnes d'eau plus peſantes, forcent les colonnes de vin plus légeres, à s'elever vers la ſurface.

Mais ſi une fois ces deux liquides ſe trouvent intimément mêlés enſemble, leurs éléments unis contractent une adhérence qui fait que l'excès de peſanteur des uns n'eſt plus capable de les ſéparer des autres, ou ne les ſépare que très-difficilement & très-imparfaitement.

III°. Quoique certains ſels aient beaucoup plus de peſanteur ſpécifique que l'eau, cependant ils ne ſe ſéparent point de l'eau par leur peſanteur ſpécifiquement plus grande : parce que la force d'affinité entre l'eau & certains ſels, eſt plus grande que la force née de l'excès de peſanteur de ces ſels ſur celle de l'eau. (105.)

CINQUIEME LOI.

654. *Si dans des tubes communicants & non capillaires, on met des liquides de différente denſité ou de différente peſanteur ſpécifique ; il y aura équilibre*

entre les colonnes oppoſées, quand leurs hauteurs ſeront en raiſon inverſe des peſanteurs ſpécifiques des liquides. (fig. 9.)

DÉMONSTRATION. Soient deux liquides dont les peſanteurs ſpécifiques ſoient entre elles, environ comme 1 eſt à 14, l'eau & le mercure. Soit auſſi un tube recourbé A B C D, ouvert en A & en D, par-tout d'égal diametre, & perpendiculaire à l'horiſon.

I°. Que l'on verſe d'abord une quantité indéterminée de mercure en D C B : que l'on verſe enſuite en A une quantité d'eau, juſqu'à ce que le mercure s'éleve en D à un pied au-deſſus de la baſe B C. On trouvera que la colonne C D de mercure d'un pied de hauteur, fait équilibre avec une colonne d'eau A B d'environ quatorze pieds de hauteur. Le liquide quatorze fois plus léger, a une hauteur quatorze fois plus grande : le liquide quatorze fois plus peſant, a quatorze fois moins de hauteur : donc l'équilibre entre deux liquides d'inégale peſanteur a lieu, quand leurs hauteurs ſont en raiſon inverſe de leurs denſités ou de leurs peſanteurs ſpécifiques, comme le marque la loi que nous avions à établir. La raiſon en eſt, que ces deux forces oppoſées A B & D C, ont même maſſe & même vîteſſe ou même tendance à la vîteſſe : elles doivent donc être en équilibre, par la même raiſon qu'une livre de plomb ſur le baſſin d'une balance, fait équilibre avec une livre de liege ou de coton ſur le baſſin oppoſé.

II°. Si les deux branches A B & B C du tube ſont d'inégale capacité ; il y aura encore équilibre entre les colonnes d'eau & de mercure,

quand la colonne d'eau ſera environ quatorze fois plus haute que celle de mercure. La raiſon en eſt, qu'autant que l'une des deux colonnes perdra en maſſe dans un tube plus étroit, autant elle gagnera en vîteſſe ou en tendance à la vîteſſe (623). Si la colonne CD de mercure eſt renfermée dans un tube d'une capacité vingt fois moindre que celle du tube AB, cette colonne DC tendra à ſe mouvoir & à deſcendre avec vingt fois plus de vîteſſe que la colonne oppoſée AB : elle gagnera donc en augmentation de vîteſſe ou de tendance à la vîteſſe, ce quelle perd en diminution de maſſe. Delà l'équilibre au même point de hauteur, où l'équilibre a lieu quand les deux colonnes oppoſées ſont d'égal diametre.

III°. Si dans pluſieurs tubes communicants (*fig.* 13), on met des liquides de différente peſanteur ſpécifique, du mercure en RH, de l'eau en AB, de l'huile en ZS, de l'eſprit-de-vin en DF ; il y aura équilibre entre toutes ces colonnes, quand chacune aura d'autant plus ou d'autant moins de hauteur perpendiculaire, que le liquide, dont elle eſt compoſée, aura plus ou moins de peſanteur ſpécifique. La colonne de mercure aura environ 14 fois moins de hauteur que la colonne d'eau ; la colonne d'eau, un peu moins que la colonne d'huile ; la colonne d'huile, un peu moins que la colonne d'eſprit-de-vin. La raiſon en eſt, qu'il ne peut y avoir équilibre entre toutes ces forces ou puiſſances oppoſées, que dans le cas où le produit de la maſſe par la vîteſſe eſt égal dans chacune ; & que ce produit de la maſſe par la vîteſſe ne peut être égal dans toutes ces colonnes oppoſées, que dans le cas

où l'inégalité des hauteurs compenſe l'inégalité des denſités ou des peſanteurs ſpécifiques. C. Q. F. D.

655. REMARQUE. Nous ferons voir ailleurs que l'air eſt un fluide ſoumis aux mêmes loix que les liquides; qu'il preſſe en tout ſens en raiſon compoſée de ſa hauteur & de ſa baſe; qu'une colonne d'air fait équilibre par ſa peſanteur propre, avec une colonne de mercure d'environ 28 pouces, ou avec une colonne d'eau d'environ 32 pieds de hauteur.

TUBES CAPILLAIRES.

656. DÉFINITION. On nomme *tubes capillaires*, des tubes dont le canal eſt très-petit: ce nom leur vient ſans doute de la reſſemblance qu'ils peuvent avoir avec des crins ou avec des cheveux, qui ſont comme des canaux, creux dans toute leur longueur, & capables de donner paſſage à certaines humeurs. *Tubi, capillorum inſtar tenues.* Il ne s'enſuit pas néanmoins de cette comparaiſon, que tous les tubes capillaires doivent avoir, & la petiteſſe, & la forme d'un crin ou d'un cheveu.

I°. La *groſſeur des tubes capillaires* n'eſt point limitée, à beaucoup près, à celle d'un crin ou d'un cheveu. Ceux dont on ſe ſert communément pour les expériences, ſont beaucoup moins menus; & les effets qui ſont propres à ces ſortes de tuyaux, ſe laiſſent encore appercevoir, quand ces tubes ont deux lignes & même deux lignes & demie de diametre vuide.

II°. La *forme des tubes capillaires* eſt tout à fait indifférente: deux plans de cuivre, de marbre,

de verre, ou de telle autre matiere qu'on voudra, qui s'approchent parallélement à une diſtance convenable, produiſent les mêmes effets qu'une ſuite de petits tuyaux iſolés; & tous les corps ſpongieux, ou aſſez poreux pour admettre des liqueurs, peuvent être regardés comme des aſſemblages de tubes capillaires.

Comme les tubes capillaires ſemblent déroger à quelques loix fondamentales de l'hydroſtatique, & que leur méchaniſme phyſique paroît influer infiniment dans la végétation des plantes; il eſt de la derniere importance de donner une idée nette & préciſe, & de leur nature, & de leurs effets.

657. EXPÉRIENCE I. Soit un baſſin, empli d'eau, ou de vin, ou d'huile, ou de tel autre liquide qu'on voudra, à l'exception du mercure & des métaux fondus.

I°. Si on plonge dans ce baſſin un tube non capillaire, ouvert par les deux bouts, le liquide s'éleve préciſément dans le tube à la même hauteur qu'il a dans le baſſin, ou ſe met de niveau dans le baſſin & dans le tube: ce qui eſt conforme à la premiere loi précédente (623). Mais ſi dans le même baſſin on plonge un tube capillaire, le liquide s'éleve dans le tube capillaire au-deſſus du niveau du baſſin: ce qui annonce évidemment l'influence d'une cauſe connue ou inconnue, qui n'agit point dans le tube non capillaire.

II°. Si dans le même baſſin on plonge deux tubes capillaires d'inégal diametre & d'inégale capacité, le liquide s'éleve dans l'un & dans l'autre au-deſſus de ſon niveau: mais l'élévation au-deſſus du niveau eſt d'autant plus grande, que

le tube eſt plus petit; enſorte qu'elle paroît être en raiſon inverſe des diametres; par exemple, deux fois plus grande dans un tube dont le diametre eſt deux fois plus petit.

Pour que le liquide du baſſin monte dans les tubes capillaires au-deſſus du niveau, il n'eſt pas néceſſaire que ces tubes s'enfoncent dans le liquide; il ſuffit qu'ils l'atteignent & le touchent.

658. EXPÉRIENCE II. Si on plonge également un même tube capillaire dans différents liquides, par exemple, dans l'urine, dans l'eſprit-de-vin, dans l'eſprit-de-nitre, dans l'eau ſalée, dans l'huile de vitriol; l'urine s'élevera au-deſſus du niveau, plus que l'huile de vitriol; l'huile de vitriol, plus que l'eau ſalée; l'eau ſalée, plus que l'eſprit-de-nitre; l'eſprit-de-nitre, plus que l'eſprit-de-vin. D'où il réſulte que ces liqueurs ne s'élevent pas dans les tubes capillaires en raiſon inverſe de leur denſité: puiſque l'eſprit-de-vin, qui eſt le plus léger de tous ces liquides, eſt celui qui s'éleve le moins.

659. EXPÉRIENCE III. Soient pluſieurs tubes communicants enſemble, dont un ſeul RH ſoit capillaire. (*fig.* 13.)

I°. Si l'on verſe de l'eau, ou du vin, ou de l'huile, ou tel autre liquide ſemblable, dans le tube A ou Z ou D; ce liquide ſe mettra de niveau dans les trois tubes non capillaires A, Z, D: mais ce liquide s'élevera dans le tube capillaire RH, au-deſſus du niveau CD; & il s'élevera d'autant plus au-deſſus de ce niveau, que le diametre du tube capillaire ſera plus petit.

II°. Si, au lieu des liquides dont on vient de

parler, on verſe du mercure dans le tube A ou Z; le mercure ſe mettra de niveau dans les trois tubes non capillaires A, Z, D: mais loin de s'élever dans le tube capillaire RH au-deſſus du niveau CD, le mercure ne s'élevera pas même juſqu'au point C; & il reſtera d'autant plus au-deſſous du niveau C, que le tube capillaire RH aura moins de diametre & de capacité. La même choſe aura lieu ſi, au lieu de mercure, on verſe de l'étain ou du plomb fondu dans les tubes non capillaires; & il eſt probable que les autres métaux fondus ſeroient dans le même cas que l'étain & le plomb.

660. ASSERTION. *Les phénomenes des tubes capillaires ont une cauſe connue ou inconnue, qui altere la ſimple & paiſible gravitation des liquides dans ces tubes.*

DÉMONSTRATION. Selon les loix de la ſimple & paiſible gravitation, tous les liquides homogenes doivent ſe mettre de niveau (623): donc les liquides qui ſe placent au-deſſus ou au-deſſous du niveau, doivent, ou être exaltés au-deſſus du niveau par une cauſe qui les éleve de concert avec la gravitation des colonnes oppoſées; ou être retenus au-deſſous du niveau par une cauſe qui lutte contre la gravitation des colonnes oppoſées; quelle que ſoit cette cauſe, connue ou inconnue, unique ou non unique. C. Q. F. D.

DIVERS SYSTÊMES.

661. SYSTÊME I. Quelques phyſiciens attribuent l'aſcenſion des liqueurs au-deſſus du niveau

veau dans les tubes capillaires, *à une moindre action ou preſſion de l'air dans les tubes capillaires.* L'air, diſent-ils, eſt un fluide à parties rameuſes. Dans un large tube, ces parties rameuſes exercent leur preſſion avec liberté : mais dans un tube très-étroit, elles s'accrochent tranſverſalement aux parois intérieures ou aux inégalités rabotteuſes du tube, lequel ſupporte & détruit une grande partie de l'effort qu'elles feroient contre le liquide placé au-deſſous. Delà l'inégalité de preſſion de la part des colonnes aériennes ſur le liquide contenu dans deux tubes communicants, dont l'un eſt capillaire, & l'autre non capillaire. (*fig.* 13.)

Dans le tube non capillaire AB, le liquide ſupporte tout le poids & tout l'effort de la colonne aérienne qui gravite ſur lui en pleine liberté. Dans le tube capillaire RH, le liquide ne ſupporte qu'une partie du poids & de la preſſion de la colonne aérienne qui gravite ſur lui ; à cauſe des obſtacles & des appuis que rencontrent néceſſairement dans un tube très-étroit, les parties rameuſes de cette petite colonne gravitante. Le liquide plus preſſé en A qu'en C, continuent-ils, doit donc s'élever plus en C qu'en A.

RÉFUTATION. Ce ſyſtême, ruineux en tout point, ne peut ſoutenir ni le flambeau de l'expérience, ni le flambeau de la théorie.

I°. Si l'aſcenſion du liquide au-deſſus du niveau dans un tube capillaire, étoit due à l'affoibliſſement de preſſion dans la colonne aérienne qui s'inſinue & gravite dans la capacité du tube capillaire RH; le mercure & le plomb fondu devroient s'élever également au-deſſus du niveau dans ce tube, auſſi bien que l'eau, & le vin,

& l'huile, & les autres liquides : puiſque la cauſe eſt la même pour toutes ſortes de liquides. Or l'on voit arriver préciſément le contraire dans l'eau & dans le mercure (659) : donc la cauſe qu'on aſſigne ici à ce phénomene, eſt une cauſe fabuleuſe, une cauſe inconciliable avec l'expérience.

II°. Dans le vuide opéré par le moyen de la machine pneumatique, la même inégalité d'aſcenſion a lieu dans les colonnes liquides, dont l'une occupe un tube capillaire, & l'autre un tube non capillaire. Si on met ſous le récipient d'une machine pneumatique les tubes AB & RH, après qu'on aura pompé l'air, l'eau s'élevera au-deſſus du niveau en *n* ; & le mercure reſtera au-deſſous du niveau en *m* : donc ce n'eſt point l'action ou la preſſion de l'air, qui produit cette inégalité d'aſcenſion dans le liquide.

III°. En vain voudroit-on recourir à un fluide plus ſubtil que l'air groſſier, à un fluide qui ait un libre paſſage à travers les pores du verre le plus compacte, & qui entre en liberté dans la machine du vuide, à meſure qu'on en ſoutire l'air plus groſſier. Car comment un fluide qui paſſe librement & ſans obſtacle à travers les pores infiniment petits du verre, n'exercera-t-il pas en liberté ſa preſſion dans un tube capillaire d'une ou deux lignes de diametre ? Et ſi, par impoſſible, un tel fluide, quelle que ſoit ſa nature, exerce une inégale preſſion ſur les liquides contenus dans les deux tubes AB & RH, pourquoi cette inégale preſſion n'opere-t-elle pas les mêmes effets ſur le mercure, que ſur l'eau & le vin ? Si la cauſe qu'on aſſigne dans ce ſyſtême, eſt la vraie cauſe des phénomenes des tubes capillaires ; il eſt

évident que cette cauſe doit avoir deux propriétés contradictoires, celle d'élever un liquide & d'abaiſſer un autre liquide par ſa preſſion: ce qui eſt une abſurdité palpable.

662. SYSTÊME II. D'autres phyſiciens ont penſé que cette inégalité d'aſcenſion dans un même liquide contenu dans deux tubes, dont l'un eſt capillaire, & l'autre non capillaire, avoit pour cauſe *une inégalité d'appuis & de ſoutiens dans les parois de ces tubes.* Dans un tube capillaire, diſent-ils, les molécules du liquide s'appuient dans les pores & dans les inégalités du tube, & ſe ſoutiennent les unes les autres, comme formées en voûte: dans un tube non capillaire, il y a proportionnellement moins d'appuis; & les colonnes trop écartées de ces points d'appui, s'affaiſſent plus en liberté par leur propre poids. Delà, concluent-ils, l'inégalité de hauteur dans les colonnes liquides: celles qui ont plus d'appuis dans un tube capillaire, perdent plus de leur gravité; deviennent comme ſpécifiquement plus légeres, & ſe ſoutiennent à une élévation d'autant plus grande, que leur force gravitante eſt plus appuyée & plus diminuée.

RÉFUTATION. Ce ſyſtême eſt encore moins philoſophique & moins admiſſible que le précédent; comme il eſt facile de le démontrer & de le faire ſentir.

I°. La même cauſe, ſavoir, l'inégalité poreuſe du tube capillaire, devroit ſoutenir au-deſſus du niveau le mercure & le plomb fondu, de même que l'eau & les autres liquides: ce qui eſt manifeſtement contraire à l'expérience.

II°. Quand même on auroit démontré que les inégalités anguleuſes & rabotteuſes d'un tube

capillaire peuvent ſoutenir certains liquides au-deſſus du niveau, ſans ſoutenir de même le mercure & le plomb fondu, on n'auroit encore rien fait en faveur de ce ſyſtême : puiſqu'il reſteroit encore à expliquer comment & pourquoi ces colonnes liquides s'élevent au-deſſus du niveau dans les tubes capillaires, où ces inégalités anguleuſes & raboteuſes doivent néceſſairement oppoſer plus de frottement & plus de réſiſtance à l'aſcenſion du liquide. Dira-t-on que quand on applique l'extrêmité d'un tube capillaire à la ſurface d'une eau tranquille, l'eau monte dans ce tube au-deſſus de ſon niveau; parce que ce tube lui préſente plus d'inégalités, plus d'obſtacles à vaincre & à franchir ? Ce ſeroit dire abſurdement que la réſiſtance au mouvement, eſt la cauſe du mouvement. Car ces inégalités, propres peut-être à ſoutenir un liquide antérieurement élevé au-deſſus du niveau, en détruiſant en partie ſon mouvement de gravitation, ne peuvent pas lui imprimer un mouvement qui l'éleve contre ſa gravitation au-deſſus du niveau : elles doivent au contraire oppoſer un obſtacle à la gravitation des colonnes voiſines, qui tendent à l'élever préciſément à leur niveau dans le tube capillaire. Comment & par quel méchaniſme, l'eau s'éleve-t-elle donc au-deſſus du niveau dans un tube capillaire ? C'eſt ce dont il eſt impoſſible de rendre aucune raiſon dans le ſyſtême que nous combattons.

663. SYSTÊME III. Quelques Newtoniens font dépendre les divers phénomenes des tubes capillaires, *de l'attraction commune à tous les corps ;* attraction qui s'exerce toujours en raiſon directe des maſſes attractives, & en raiſon inverſe

des quarrés des distances. Dans ce système, le tube capillaire attire plus le liquide, que le tube non capillaire : parce que le premier, plus contigu à toutes les molécules du liquide, exerce, plus avantageusement que le dernier, son attraction active contre ces molécules.

RÉFUTATION. I°. Il conste par la théorie même de l'attraction Newtoniene, qu'elle ne peut produire aucun effet sensible dans de petites masses, telles que sont celles des tubes capillaires qu'on emploie pour les expériences : il est donc absurde d'attribuer à cette attraction, les phénomenes & les effets très-sensibles qu'on observe dans les tubes capillaires.

II°. L'ascension du liquide au-dessus du niveau, devroit être proportionnelle à la masse du tube attractif ; un tube de plusieurs pouces d'épaisseur solide, devroit attirer plus fortement qu'un tube d'une ligne d'épaisseur, leur capacité vuide étant égale : ce qui est contraire à l'expérience.

III°. Les tubes, en vertu de cette attraction générale qui affecte universellement tous les corps, devroient élever le mercure au-dessus du niveau, aussi bien, quoiqu'un peu moins, que l'eau & les autres liquides : ce qui est encore démenti par l'expérience. Donc l'attraction générale, l'attraction Newtoniene, l'attraction qui regne entre tous les corps de la nature, n'est point la cause des phénomenes propres aux tubes capillaires.

664. SYSTÊME IV. Enfin, pour rendre raison des phénomenes propres aux tubes capillaires, on a eu recours *à l'attraction spéciale* ou *à la loi d'affinité* (85). Dans ce système,

I°. Quand on poſe l'extrêmité d'un tube capillaire ſur la ſurface d'un liquide en repos; ce liquide, différent du mercure & des métaux fondus, s'éleve au-deſſus de ſon niveau dans ce tube, en vertu de l'affinité qu'a ce liquide avec la matiere dont ce tube eſt compoſé; & il s'éleve d'autant plus dans un même tube, que cette affinité, indépendante des denſités, eſt plus grande & plus forte. (*fig.* 13.)

II°. Quand un tube capillaire RH, communique avec d'autres tubes non capillaires; le liquide contenu dans ces tubes, doit obéir à la fois & à la loi de gravitation & à la loi d'affinité. En vertu de la loi de gravitation, il doit ſe mettre par-tout de niveau (623): en vertu de la loi d'affinité, il doit s'élever plus ou moins dans ces tubes, proportionnellement à la force d'affinité qui l'attire.

III°. La partie des tubes, qui eſt plongée dans le liquide ou qui eſt emplie de liquide, eſt comme ſaturée de ce liquide: ſon affinité eſt dans le même cas que l'eau ſaturée de ſel, dont l'attraction ceſſe & devient nulle (106). Cette partie des tubes qui ſe trouve emplie de liquide, ne doit donc être comptée pour rien dans le phénomene de l'aſcenſion des liquides dans les tubes capillaires & non capillaires: il n'y a que la partie ſaillante & placée hors du liquide, qui exerce ſa force attractive contre ce liquide.

IV°. Soient les quatre tubes R, A, Z, D, emplis d'eau, ou d'huile, ou de vin, juſqu'en CD. Le liquide ſera attiré vers R & vers A, par ſon affinité avec la partie ſaillante des tubes; & cette force attractive des tubes produira une aſcenſion d'autant plus grande dans le liquide, que la

colonne liquide, qui eſt en priſe à cette attraction ſpéciale, ſera moindre en maſſe, & que chacun de ſes éléments aura une plus grande proximité avec la maſſe du tube attractif. (90. II°.)

L'élément liquide, placé en C, eſt attiré par l'élément contigu *n* du tube; & cet élément liquide, élevé en *n* au-deſſus du niveau, eſt encore attiré par l'élément contigu R du tube; & le liquide continue à être attiré & à s'élever au-deſſus du niveau vers R, juſqu'à ce que la colonne CR, oppoſe par ſa peſanteur à l'attraction du tube CR, une réſiſtance égale à la force attractive.

Dans le tube A l'aſcenſion du liquide eſt moindre: parce que la colonne attirée par la partie ſaillante du tube A, eſt beaucoup plus grande; & que chaque élément de cette colonne eſt proportionnellement plus éloigné des parois du tube attractif. Delà une plus grande élévation du liquide dans les tubes capillaires, que dans des tubes ou dans des baſſins plus grands.

V°. Quand les tubes communicants ſont remplis de mercure juſqu'en CD, la colonne liquide CH, loin de s'élever en *n* au-deſſus du niveau C, ne ſe ſoutient pas même dans ce niveau, & s'abaiſſe en *m* dans le tube capillaire: ſans doute, parce que l'affinité entre le tube & le mercure, eſt moindre que l'affinité qui regne entre une portion de mercure & une autre portion de mercure. L'attraction du tube CR, qui eſt poſitive à l'égard de l'eau & des autres liquides, devient donc comme négative à l'égard du mercure: d'où il réſulte que la partie ſupérieure de la colonne liquide HC, plus attirée vers H que vers R, doit s'abaiſſer au-deſſous du niveau C

en *m* : delà la ſuſpenſion du mercure en *m* au-deſſous du niveau dans le tube capillaire. La force attractive du tube en A eſt auſſi négative relativement à la colonne inférieure de mercure : mais cette quantité négative, partagée entre une très-grande colonne, produit un effet beaucoup moindre que dans le tube capillaire.

VI°. Les mêmes phénomenes, dont nous venons de faire mention, ſoit dans l'eau, ſoit dans le mercure, ont lieu également ou à peu près, dans le vuide, comme dans le plein : parce que la loi d'affinité eſt indépendante de l'action de l'air, du vuide ou du non vuide.

665. REMARQUE I. Si ce dernier ſyſtême, le plus ſatisfaiſant de tous ceux qu'on a imaginés ſur cet objet, s'adapte aſſez bien avec quelques phénomenes, on ne doit pas diſſimuler qu'il y a auſſi des phénomenes avec leſquels il eſt aſſez difficile de le faire quadrer ; & que le concours même de tous les ſyſtêmes ou de toutes les cauſes dont on vient de faire mention, n'eſt point ſuffiſant pour expliquer d'une maniere ſatisfaiſante, tout ce qui concerne l'aſcenſion des liquides dans les tubes capillaires. D'où il réſulte que *les phénomenes des tubes capillaires ont une ou pluſieurs cauſes encore peu connues.*

666. REMARQUE II. Quelle que ſoit la cauſe des phénomenes qu'on obſerve dans les tubes capillaires, il eſt certain que cette cauſe exiſte, & qu'elle a une grande influence dans une foule d'effets, & ſur-tout dans le grand phénomene de la végétation. Par exemple, dans une éponge, dans un pain de ſucre, dans une pierre tendre, dans un tas de ſable, dans une bûche placée debout, dans mille autres corps ſemblables dont

la baſe eſt plongée dans l'eau, l'eau s'éleve conſidérablement au-deſſus de ſon niveau : parce que ces ſortes de corps préſentent à l'eau une foule de conduits qui font la fonction de tubes capillaires ; & que l'eau dans ces ſortes de tubes, s'éleve & ſe ſoutient au-deſſus de ſon niveau. Mais il faut remarquer, ſur l'élévation & ſur la ſuſpenſion de l'eau dans ces corps poreux & ſpongieux,

I°. Que dans un tas de ſable, dans une pierre ſpongieuſe, dans une bûche placée debout, c'eſt toujours la partie intérieure qui eſt la plus imbibée d'eau ; que l'eau atteint rarement à la partie extérieure ; & que de quelque façon que ces corps ſoient humectés, l'*eau qu'ils attirent & qu'ils contiennent, ne produit point un écoulement.*

La raiſon en eſt, que l'eau qui s'infiltre à travers ces corps, en s'élevant au-deſſus de ſon niveau contre ſa gravitation, doit ce mouvement ou à la preſſion de l'air extérieur, qui l'éleve dans des corps vuides, à peu près comme dans les pompes aſpirantes (714) ; ou à une attraction ſpéciale, qui fait que l'eau monte à la ſurface de ces corps comme les ſels montent du fond d'un baſſin à la ſurface de l'eau (105). Dans le cas où l'aſcenſion de l'eau eſt due *à la preſſion de l'air*, qui la force à s'élever dans des canaux vuides d'air, l'eau ne peut avoir un écoulement : parce que cet écoulement ne pourroit ſe faire que par une ouverture qui eût communication avec l'air ; & que cette communication avec l'air, qui exerce ſon action & ſa preſſion en tout ſens, détruiroit inévitablement la preſſion de la colonne aérienne qui éleve l'eau dans le corps ſpongieux. Dans le cas où l'aſcen-

ſion de l'eau ſeroit due *à une attraction ſpéciale* entre l'eau & ces corps, l'eau ne peut encore avoir un écoulement : parce que les corps qui ont aſſez de force attractive pour élever l'eau, doivent néceſſairement avoir aſſez de force attractive pour la retenir. La vigne qui pleure, préſente une eſpece d'écoulement : mais ce phénomene a d'autres cauſes, qui n'ont rien de commun avec celles dont nous parlons ici.

II°. Qu'en vertu de la ſeule preſſion de l'air, l'eau ne peut s'élever dans les pores d'un corps quelconque, à plus de 32 ou 33 pieds de hauteur au-deſſus de ſon niveau : parce que l'eau ne peut s'élever contre ſa gravité, qu'autant qu'une force oppoſée l'éleve ; & que la colonne d'air oppoſée qui éleve l'eau dans le vuide le plus parfait qu'on puiſſe produire, n'a jamais plus de force qu'une égale colonne d'eau de 32 ou 33 pieds de hauteur perpendiculaire. (703.)

III°. Qu'il eſt très-difficile, pour ne pas dire impoſſible, que l'eau s'éleve dans un tas de ſable ou dans un corps ſpongieux, à une hauteur de 32 pieds au-deſſus de ſon niveau, en vertu de la ſeule preſſion de l'air [illegible]érieur : parce qu'il faudroit pour cela, que les pores où elle s'infiltre en vertu de cette preſſion, fuſſent auſſi vuides d'air que le ſont les pompes aſpirantes ; ce qui n'a vraiſemblablement jamais lieu dans aucun corps naturel.

IV°. Que ſi l'eau s'éleve au-deſſus de cette hauteur dans certains corps, comme fait la ſeve dans les arbres de haute futaie ; il faut néceſſairement reconnoître qu'il y a, outre l'action de l'air, une autre cauſe ou pluſieurs autres cauſes qui concourent à produire cet effet.

V°. Que la végétation des plantes ſemble devoir beaucoup aux tubes capillaires, quoique ces tubes capillaires ne produiſent pas tous ſeuls le grand phénomene de leur accroiſſement, de leur nutrition, de leur vie. Les racines des végétaux ſont comme des faiſceaux de tubes capillaires, par leſquels les ſucs de la terre montent & s'élevent au deſſus de leur niveau, comme ils feroient par de petits tuyaux de verre, & encore mieux: parce que dans des tuyaux fort unis & fort droits, ces ſucs oppoſeroient toute leur gravité à la cauſe qui les éleve; au lieu que dans les paſſages tortueux que leur préſente l'intérieur des corps, ils trouvent ſans ceſſe des points de repos qui peuvent faciliter l'action des nouvelles cauſes qui doivent les porter plus haut, en formant par-tout de petits réſervoirs où aboutiſſent de nouveaux tuyaux capillaires propres à produire dans toute la plante un ſemblable artifice.

Mais quelles ſont ces cauſes qui élevant les ſucs de la terre juſqu'au ſommet des plus grands arbres, operent une circulation de ſeve dans les végétaux, aſſez ſemblable à la circulation du ſang & des humeurs dans les animaux? C'eſt ce qui a toujours échappé aux recherches des phyſiciens les plus clair-voyants. Il eſt probable que les viciſſitudes de dilatation & de condenſation dans les plantes, ſelon l'alternative du jour & de la nuit, du chaud & du froid, entrent pour beaucoup dans ce phénomene: que le reſſort de l'air intérieur & extérieur y joue auſſi un grand rôle; ſoit que les plantes aient des canaux aériens, par leſquels elles *inſpirent* & *expirent* l'air, ainſi que les animaux; ſoit qu'elles ne reçoivent in-

térieurement d'autre air, que celui qui ſe trouve mêlé ou combiné avec leurs ſucs nourriciers: que le feu terreſtre, qui occaſionne l'aſcenſion des vapeurs, occaſionne auſſi une évaporation dans les plantes; évaporation propre à donner lieu à l'exaltation ſucceſſive des ſucs deſtinés à remplacer ceux qui ſe diſſipent: que l'affinité reſpective des différentes eſpeces de végétaux pour certains ſucs, acheve l'ouvrage de leur nutrition: que tout cela ſuppoſe dans le végétal vivant, une organiſation qui ceſſe dans le végétal mort, & dont l'admirable artifice excede infiniment la ſphere de nos lumieres.

TROISIEME SECTION.

ORIGINE DES FONTAINES.

667. OBSERVATION. LES fontaines forment les rivieres: les rivieres ſe convertiſſent en fleuves: les fleuves vont ſe décharger dans le ſein des mers, & les dédommager des pertes que leur cauſe l'évaporation. Mais où ſont ces réſervoirs éternels & inépuiſables, qui, depuis le commencement des tems, fourniſſent de leur plénitude, des eaux toujours nouvelles à cette étonnante multitude de fleuves immenſes, qui après avoir fertiliſé de vaſtes contrées dans tout le monde connu, vont ſe perdre & s'abymer ſans retour dans l'avare Océan? Telle eſt l'intéreſſante ſpéculation qui a toujours piqué la curioſité des hommes accoutumés à réfléchir: delà divers ſyſtêmes, qui ont pour baſe la diſtillation, la filtration, l'évaporation des eaux de la mer.

SYSTÊME DE LA DISTILLATION.

668. SYSTÊME I. Deſcartes fit du globe terreſtre, un alambic chymique (170), deſtiné à *diſtiller* perſévéramment les eaux de la mer. Le centre de la terre fut un immenſe fourneau, empli d'un feu indeſtructible, toujours agiſſant & toujours captivé par des couches concentriques d'un roc inaltérable. Au-deſſus de ces couches de roc échauffé & embraſé, ſe trouvoient d'immenſes cavernes qui communiquoient avec l'Océan, & dont les eaux échauffées & réduites en vapeurs, étoient pouſſées avec violence à travers les pores de la terre & des rochers, comme par autant de tuyaux capillaires, juſques ſur la ſurface la plus élevée du globe, d'où elles couloient ou jailliſſoient en fontaines.

RÉFUTATION. Il ne faut rien moins que le nom du grand Deſcartes, pour rendre ce ſyſtême digne d'être réfuté ſérieuſement.

I°. Quelle chimere que ce feu central! Quelle en eſt la nature? Quel en eſt l'aliment? Comment ne s'éteint-il pas, s'il n'a point de communication avec l'air? Et s'il a communication avec l'air, comment ne s'échappe-t-il pas de ſes profondes priſons avec une horrible exploſion, comme font les feux des volcans & les feux qui font ſauter les fortifications d'une place? (501.)

II°. Dans un alambic chymique, la vapeur ſe convertit en eau, dès qu'elle atteint le refrigérant (169). Comment les vapeurs échappées des cavernes qui font la fonction de cucurbites au-deſſus du feu central, ne perdront-elles pas leur état de vapeur, en paſſant à travers les immenſes

& très-froides couches de terre, qui ſéparent ces cavernes de la ſurface du globe? Et ſi le froid qu'a naturellement l'intérieur de la terre, convertit en eau ces vapeurs, comme il doit inévitablement le faire; quelle force les élévera à travers les entrailles de la terre, contre leur gravité & contre la réſiſtance des paſſages, juſqu'à la ſurface des plus hautes montagnes du monde, où elles vont donner naiſſance aux fleuves?

III°. En viſitant l'intérieur de la terre, en excavant les mines de marbre, de ſel, d'or, d'argent, de cuivre, de plomb, de fer, de charbon, on a toujours & par-tout obſervé que l'eau deſcend de la ſurface vers le centre, & jamais qu'elle monte du centre vers la ſurface: ce qui acheve de détruire de fond en comble un ſyſtême ruineux, qui devoit peu flatter la nature, en l'aſſerviſſant dans un de ſes plus grands ouvrages, au triſte & pénible méchaniſme d'un laboratoire chymique.

SYSTÊME DE LA FILTRATION.

669. SYSTÊME II. Quelques phyſiciens ont imaginé un autre ſyſtême non moins défectueux, pour donner naiſſance aux fontaines, ſavoir, la *filtration* des eaux de la mer à travers la maſſe de la terre.

I°. Ils ont ſuppoſé que les eaux de la mer ſe diſtribuoient de toute part dans les entrailles de la terre par une foule innombrable de canaux ramifiés, de différentes figures & de différentes grandeurs: & comme c'eſt le propre de tous les liquides de ſe mettre par-tout de niveau (623),

les eaux de la mer tendent par-tout à s'élever, ou par des canaux de communication, ou par les pores de la terre & des ſables & des pierres ſpongieuſes, juſqu'à la hauteur qu'elles ont dans la mer.

Quand ces eaux ſe portent & s'élevent au ſein des continents par des canaux de communication droits ou tortueux, ſans s'infiltrer à travers des matieres propres à leur enlever leur ſel, elles conſervent leur ſalure : delà, diſent-ils, les ſources ſalées. Mais quand ces eaux s'infiltrent à travers des matieres propres à donner paſſage à la ſubſtance aqueuſe & à refuſer paſſage à la ſubſtance ſaline, elles s'élevent à travers les terres au ſein des continents, juſqu'à la hauteur de la ſurface de la mer, dépouillées de leur ſalure : delà, ajoutent-ils, les ſources d'eau douce dans les continents dont la ſurface n'eſt pas plus haute que celle de la mer.

II°. Quant aux ſources d'eau douce qui ſe trouvent dans tous les continents, élevées conſidérablement au-deſſus de la ſurface de la mer; ils ſuppoſent que les eaux élevées d'abord dans les entrailles de la terre juſqu'au niveau de la mer par la preſſion des colonnes d'eau marine, ſont enſuite exaltées au-deſſus de ce niveau par des tubes capillaires, qui les portent tellement quellement juſqu'à la ſurface la plus élevée des continents, d'où elles coulent enſuite dans les contrées plus baſſes par leur gravitation propre: delà les ſources d'eau douce qui donnent naiſſance aux torrents, aux rivieres, aux fleuves, dans les contrées terreſtres qui ſont conſidérablement plus élevées que la ſurface de la mer.

RÉFUTATION. Le ſyſtême de la *diſtillation*

porte ſur le fabuleux; le ſyſtême de la *filtration* porte à la fois & ſur le fabuleux & ſur le chimérique.

I°. Quelle fable que ces canaux de communication, qui du fond ou des bords de la mer, vont s'épanouir de toute part en ramifications dans les entrailles de la terre? En creuſant à d'immenſes profondeurs, dans le ſein de la terre, a-t-on jamais découvert de ſemblables canaux? Si l'on a lieu de ſoupçonner que certaines mers, telles que la mer Caſpienne, communiquent par de grands canaux ſouterreins avec d'autres mers, eſt-ce une raiſon ſuffiſante pour ſuppoſer, contre mille & mille expériences, de ſemblables canaux dans toutes les parties du globe?

II°. Le fond de la mer eſt preſque par-tout revêtu d'une matiere viſqueuſe & glutineuſe, qui fait comme une eſpece de maſtic propre à refuſer paſſage à l'eau, & à empêcher ſon infiltration à travers les terres & les rochers qui compoſent le globe terreſtre.

III°. Il conſte par l'expérience, que l'eau de la mer, en s'infiltrant à travers tant de terre ou de ſable qu'on voudra, ne perd jamais toute ſon amertume; & que la partie de ſalure qu'elle perd en paſſant à travers ces tas de ſable & de terre, reſte adhérente aux matieres qui l'en dépouillent; & que ces matieres, chargées de ſel marin, communiquent une ſalure à l'eau douce qui s'infiltre dans leur ſein. D'où il s'enſuit,

En premier lieu, que l'eau de la mer ne peut pas perdre toute ſa ſalure par cette fabuleuſe infiltration; ou que ſi elle la perd, elle la donne aux ſubſtances à travers leſquelles elle s'infiltre, & qui la rendront à l'eau qui la ſuit.

En

En ſecond lieu, que ſi l'eau de la mer étoit dépouillée de ſa ſalure en s'infiltrant à travers la terre, il faudroit que les canaux infiltrateurs reçuſſent autant de ſel, que l'eau en dépoſe; & comme l'eau de la mer, priſe dans ſa généralité, contient au moins un trentieme de ſel, il faudroit que l'eau de la mer, en s'infiltrant & en ſe deſſalant ſans ceſſe dans l'intérieur de la terre, dépoſât & laiſſât dans ſon ſein, tous les trente ans, une maſſe de ſel égale à la maſſe d'eau que tous les fleuves du monde vont porter chaque année au ſein des mers: ce qui eſt évidemment faux & abſurde.

IV°. Ce ſyſtême eſt principalement fondé ſur la propriété qu'a l'eau de s'élever au-deſſus de ſon niveau par le moyen des tubes capillaires. Mauvaiſe reſſource! car il conſte,

En premier lieu, que l'eau dans les tubes capillaires ne peut s'élever, en vertu de la preſſion des colonnes communiquantes, plus haut qu'elle ne s'éleve dans le vuide; c'eſt-à-dire, à environ trente-deux pieds au-deſſus de ſon niveau. Il y a bien loin de 32 pieds, à mille ou deux mille toiſes d'élévation au-deſſus du niveau de la mer, où elle va donner naiſſance aux plus grands fleuves du monde.

En ſecond lieu, que quand même l'eau pourroit s'élever à cette hauteur par le moyen des tubes capillaires, il ne s'enſuivroit pas delà quelle pût former des fontaines: puiſque l'expérience nous apprend, de concert avec la théorie, que l'eau qui s'éleve au-deſſus du niveau dans un tas de ſable, dans des matieres poreuſes & ſpongieuſes quelconques, n'a jamais & ne peut jamais avoir d'écoulemement (666). Tout eſt

donc fabuleux ou chymérique dans les ſyſtêmes de la *diſtillation* & de la *filtration* : quel préjugé favorable en faveur du ſyſtême de l'*évaporation* !

SYSTÊME DE L'ÉVAPORATION.

670. SYSTÊME III. Tous les phyſiciens de nos jours ont enfin adopté, ſur l'origine des fontaines & des rivieres, le vrai ſyſtême de la nature ; celui qui leur donne pour principe l'évaporation qui forme les pluies & les neiges. Il eſt ſingulier que les vérités les plus ſimples, les plus palpables, trouvent ſi difficilement un accès favorable dans l'eſprit humain ! Dans ce ſyſtême, qui ne mérite le nom de ſyſtême, qu'autant qu'il préſente un petit enchaînement de faits certains & de conſéquences indubitables,

I°. L'eau de la mer, des fleuves, des lacs, des étangs, s'éleve en vapeurs, dans l'athmoſphere (617) ; & donne naiſſance aux nuages qui ſe réſolvent en pluie ou en neige.

II°. L'eau des pluies & des neiges, ou coule extérieurement ſur la ſurface de la terre, ou s'infiltre dans la terre juſqu'à une certaine profondeur : communément elle coule en partie au dehors, & elle s'infiltre en partie au dedans de la terre. Celle qui coule ſur la ſurface de la terre, produit rapidement & paſſagérement des alluvions : celle qui s'infiltre dans les entrailles de la terre, y emplit en mille & mille endroits, de grandes cavités, d'où elle s'échappe ſucceſſivement avec économie par des ouvertures plus ou moins grandes. De grands réſervoirs & de grands canaux d'écoulement, donnent naiſſance aux ſources plus copieuſes & plus abondantes : les

petites ſources ont pour origine, ou de petits baſſins, ou de petits canaux communicants avec de grands baſſins.

III°. L'eau des pluies & des neiges, comme nous le démontrerons bientôt, eſt beaucoup plus que ſuffiſante pour entretenir perſévéramment toutes les rivieres du monde, dans l'état où nous les voyons: il eſt donc abſurde d'imaginer d'autres cauſes fabuleuſes ou chimériques, pour expliquer l'origine des ſources.

IV°. Il faut obſerver que les grands fleuves prennent leur origine dans les contrées les plus élevées des continents; que leur volume d'eau eſt preſque toujours fort peu conſidérable dans leur ſource primordiale; qu'ils vont ſe décharger dans la mer, enrichis des eaux de toutes les vaſtes contrées qu'ils parcourent.

Dans les climats plus chauds, où la neige eſt inconnue, la pluie qui tombe ſur une contrée, s'infiltre en grande partie dans la terre, où des lits de terre glaiſe forment comme un maſtic propre à l'empêcher de pénétrer trop avant. Cette eau, ſelon les loix de l'hydroſtatique, s'écoule lentement à travers les ſables, les pierres poreuſes, les terres argilleuſes, des contrées les plus élevées, dans les contrées les plus baſſes. Par exemple, abſtraction faite des montagnes, ſuppoſons que la Franche-Comté ſoit par-tout plus élevée que la Breſſe; la Breſſe, que le Lyonnois; le Lyonnois, que le Dauphiné; le Dauphiné, que la Provence. En s'infiltant ſimplement dans les terres, la pluie qui tombe ſur ces contrées, ira former des ſources & des rivieres toujours croiſſantes, de Franche-Comté en Breſſe, en Dauphiné, en Provence.

Dans les pays plus froids, hériſſés communément de montagnes plus ou moins élevées, la neige qui y ſubſiſte une grande partie de l'année, & en certains endroits pendant toute l'année, ſe fond dans les grandes chaleurs; & diſtribue aux contrées inférieures une grande quantité d'eau, dans la ſaiſon où l'évaporation plus abondante deſſeche trop promptement la ſurface de la terre. (498. III°.)

V°. Dans les contrées montueuſes, ſe trouvent de grands baſſins, les uns dans l'intérieur, les autres ſur la ſurface de la terre: là s'amaſſent les eaux des pluies & des neiges, d'où elles coulent peu à peu par mille & mille canaux ſouterreins, dans les lieux inférieurs; où elles forment des ſources permanentes, les unes plus & les autres moins abondantes. (675.)

PROPOSITION.

671. *Toutes les ſources du monde, douces ou ſalées, ont uniquement pour origine, l'eau des pluies & des neiges.*

DÉMONSTRATION. La ſimple expoſition de cette vérité phyſique, ſuffit pour en faire ſentir l'évidence. Il eſt clair que les fontaines, les rivieres, les fleuves, toutes les ſources qui ont un écoulement, doivent leur origine à la cauſe *phyſique & ſenſible*, dont l'expérience nous fait appercevoir l'influence; à la cauſe *conſtante & permanente*, qui produit indubitablement leur augmentation ou leur diminution; à la cauſe *ſimple & ſeconde*, qui ſeule ſatisfait d'une maniere plauſible, à tous les phénomenes que nous préſente l'origine des ſources: or telle eſt

évidemment l'eau des pluies & des neiges; comme nous venons de l'expliquer, & comme nous le ferons encore mieux voir & ſentir, en réfutant avec triomphe, & les vaines difficultés qu'on oppoſe, & les futiles chimeres qu'on ſubſtitue à cette vérité phyſique.

OBJECTIONS A RÉFUTER.

672. OBJECTION I. A qui perſuadera-t-on que la petite quantité de pluie qui tombe chaque année ſur la terre, ſuffiſe pour fournir l'immenſe quantité d'eau que tous les fleuves du monde portent chaque jour dans le ſein des mers?

RÉPONSE. On perſuadera ce fait à quiconque eſt capable de ſaiſir une démonſtration ſolide, fondée & ſur l'expérience la plus ſenſible & ſur le calcul le plus ſimple.

I°. Il conſte *par l'expérience*, qu'il tombe en France, année commune, une quantité de pluie égale à une couche d'environ vingt pouces de hauteur: ce que l'on connoît facilement, en recevant dans des baſſins convenables l'eau de pluie; & en tenant regiſtre, toutes les fois qu'il pleut, de la quantité d'eau qu'a donné la pluie qui vient de finir. Suppoſons, pour mettre les choſes au plus bas, qu'au lieu de vingt pouces, il n'en tombe, dans une année, que douze pouces.

II°. Il conſte *par le calcul*, qu'une couche de pluie de 12 pouces de hauteur ſur toute la France, eſt plus que ſuffiſante pour fournir à tous les fleuves de France, la quantité d'eau dont ils vont chaque jour faire hommage à la mer. Prenons pour exemple général, la Seine;

& comparons la *quantité de pluie* qu'elle ramaſſe dans ſon cours depuis ſes différentes ſources juſqu'à Paris, avec la *quantité d'eau* qui s'écoule chaque année ſous le Pont-Neuf à Paris.

La Seine arrive à Paris, enrichie de toutes les eaux de pluie qui tombent ſur une ſurface d'environ 60 lieues de longueur ſur 50 de largeur: ce qui donne une ſurface de trois mille lieues quarrées. En ſuppoſant la lieue, en nombres ronds, de 2200 toiſes de longueur, la *lieue quarrée* contiendra 4,840,000 toiſes quarrées : la *toiſe quarrée*, contenant 36 pieds quarrés; 4,840,000 toiſes quarrées donneront 174,240,000 pieds quarrés de ſurface pour une ſeule lieue quarrée. Une lieue quarrée contenant 174,240,000 pieds quarrés de ſurface, 3000 lieues quarrées donneront 522,720,000,000 *pieds quarrés* de ſurface, qui auront chacun un pied cube d'eau par an à fournir à l'écoulement de la Seine ſous le Pont-Neuf.

Il reſte maintenant à examiner quelle quantité d'eau s'écoule chaque année ſous le Pont-Neuf; & c'eſt auſſi ce qui a été obſervé avec le plus grand ſoin, par quelques-uns de Meſſieurs de l'académie des ſciences. En obſervant la Seine dans une hauteur moyenne, M. Mariotte a trouvé qu'il paſſoit ſous le Pont-Neuf, environ 200000 pieds cubes d'eau par minute : ce qui donne 12,000,000 pieds cubes par heure; 188,000,000 pieds cubes par jour; 105,120,000,000 *pieds cubes* par an. D'où il réſulte que la ſomme d'eau de pluie, en n'en ſuppoſant que douze pouces par an, eſt au moins quatre fois plus grande que la ſomme d'eau qui coule à Paris dans la Seine; & que les pluies fourniſſent aux riviere

une quantité d'eau ſurabondante à leur écoulement.

Il eſt clair qu'on ne peut avoir aucune raiſon de ſuſpecter l'exactitude de l'obſervation de M. Mariotte. Un académicien éclairé, qui fait ſes obſervations devant des perſonnages éclairés comme lui, ſur des objets bien ſenſibles, ne peut tomber que dans de petites erreurs ſans conſéquence. Mais pour lever tout ſcrupule en ce genre, ſuppoſons qu'on ait diminué conſidérablement dans cette obſervation, le volume d'eau qui coule dans la Seine; ſuppoſons, ſi on le veut, que l'on ſe ſoit trompé de moitié en diminution : la quantité d'eau que donnent les pluies, excédera encore de moitié celle qui coule dans la Seine.

III°. On peut appliquer le même calcul à tel autre fleuve du monde qu'on voudra, au Pô, par exemple. Selon M. de Buffon, ce fleuve, enrichi des différentes rivieres qu'il reçoit dans ſon ſein, porte à la mer les eaux de pluie qui tombent ſur une ſurface d'environ 45600 *milles* quarrés; & il ne donne à la mer qu'un mille cubique d'eau en 26 jours : ce qui fait environ 14 *milles* cubiques d'eau par an. On trouvera aiſément par le calcul, que les pluies ordinaires ſont de beaucoup plus que ſuffiſantes pour fournir à ce fleuve, l'énorme volume d'eau qu'il décharge dans la mer. Car le volume d'eau qu'il porte à la mer, eſt d'environ 1,750,000,000,000 *pieds cubes* par an; & le volume d'eau que fourniſſent les pluies à la ſurface dont il recueille les eaux (en ne ſuppoſant que 24 pouces de pluie en Italie, où il en tombe environ 40 pouces,

année commune) eſt de 2,060,000,000,000 *pieds cubes* par an.

673. OBJECTION II. En évitant un abyme, on ſe précipite ici dans un autre. Le ſyſtême que nous admettons ſembloit d'abord pécher par défaut; & maintenant il peche évidemment par excès. Car que deviendra la quantité ſurabondante d'eau de pluie, ſi les rivieres en emportent à peine le quart, en mettant les choſes au plus bas? L'embarras ſera bien plus grand, ſi on s'en tient ſimplement & ſans rabais à l'expérience, qui apprend, qu'année commune, on a environ 20 pouces de pluie en France, environ 40 en Italie & en Allemagne, environ 60 ſous la zone torride.

RÉPONSE. Le nouvel abyme eſt auſſi imaginaire que le premier. Le vice par défaut a diſparu: le vice par excès va diſparoître auſſi facilement. La quantité ſurabondante d'eau de pluie, que les rivieres n'emportent point, a une deſtination digne de la ſageſſe du Créateur, lequel embraſſant tout d'un coup-d'œil infini, a pourvu à tout ſans excès & ſans défaut.

I°. De cette quantité ſurabondante d'eau de pluie, une grande partie eſt employée à la nutrition des animaux & des végétaux, qui par leur tranſpiration en exhalent dans l'air une quantité inconcevable; quelques-uns, pluſieurs fois leur poids en un ſeul jour: une partie conſidérable encore va former vraiſemblablement des rivieres ſouterreines, qui vont ſe décharger ſous terre dans le ſein des mers; la partie la plus conſidérable, s'éleve en vapeurs & en nuages, pour retomber en pluie ſur les contrées terreſtres, pluſieurs fois pendant l'année.

II°. Dans les contrées où tombe une plus grande quantité de pluie, comme en Italie, en Allemagne, ſous la zone torride, il y a ou des rivieres plus multipliées & plus abondantes, ou une évaporation plus copieuſe & plus prompte : ſouvent ces deux cauſes concourent à la fois, pour décharger ces contrées de l'immenſe quantité d'eau que leur fourniſſent l'abondance & la fréquence des pluies ; comme nous venons de voir que le Pô donne à la mer proportionnellement plus d'eau que la Seine.

674. OBJECTION III. Eſt-il vraiſemblable que les vapeurs inſenſibles qui s'élevent du ſein des mers, des lacs, des rivieres, des parties humides du globe terreſtre, puiſſent donner l'immenſe quantité d'eau que les fleuves vont porter chaque jour au ſein des mers ? L'hypotheſe que nous adoptons, & qui ſuppoſe cette immenſe évaporation, ne ſeroit-elle point fabuleuſe & ruineuſe par ce endroit ?

RÉPONSE. Ce n'eſt point ſans doute à quelque art magique, que nous devons les pluies qui tombent du ſein de l'athmoſphere : il eſt donc évident que l'eau qui en deſcend en pluie, y étoit montée en vapeur. Appliquons encore & l'expérience & le calcul, à l'objection préſente.

I°. Si dans un beau jour d'été, quand le vent ſouffle & que la chaleur ſe fait vivement ſentir, on expoſe un baſſin plein d'eau à l'air & au ſoleil ; dans vingt-quatre heures, la ſurface de l'eau s'abaiſſe d'environ un pouce ; une couche d'eau d'un pouce d'épaiſſeur s'en va en vapeurs. Dans un tems très-froid, l'évaporation eſt beaucoup moindre ; la ſurface de l'eau contenue dans le même baſſin, s'abaiſſe à peine d'une ou deux

lignes. Compenſation faite, on peut évaluer l'évaporation journaliere pendant toute l'année, à un quart de pouce par jour: ce qui donneroit 91 pouces par an d'évaporation dans ce baſſin.

L'évaporation que ſouffre l'eau dans l'expérience dont nous parlons, a lieu également dans la mer, dans les lacs, dans les rivieres. L'évaporation eſt plus grande dans l'immenſe étendue de la zone torride, que dans les zones tempérées; dans les zones tempérées, que dans les zones glaciales: compenſation faite, on peut ſuppoſer, ſans crainte d'aucune erreur conſidérable, une évaporation d'environ 90 pouces par an, dans toute la ſurface des eaux qui couvrent le globe terreſtre. Voilà donc une couche d'eau, d'environ 90 pouces de profondeur, qui paſſe chaque année, du ſein de toutes les mers, dans l'athmoſphere pour s'y convertir en pluies.

II°. Suppoſons que la ſurface de la mer, qui eſt beaucoup plus grande que la ſurface des continents, ſoit ſimplement égale à cette ſurface des continents, dans leſquels nous ne compterons pour rien les lacs & les rivieres. Voilà une couche d'eau de 90 pouces de profondeur, & égale en ſurface à la ſurface de la moitié du globe terreſtre, qui s'élevant chaque année dans l'athmoſphere, y forme les pluies; leſquelles, tombant en partie ſur la mer & en partie ſur la terre, donneront à toute la ſurface du globe une maſſe d'eau de pluie égale à environ 45 pouces de hauteur: telle eſt à peu près la quantité de pluie que la terre, enviſagée dans ſa généralité, reçoit chaque année de l'athmoſphere.

Il conſte donc encore, & par l'expérience la plus ſenſible & par le calcul le plus ſimple, que

l'évaporation eſt plus que ſuffiſante pour fournir à l'athmoſphere l'immenſe quantité d'eau qui en tombe en pluie. La quantité d'évaporation eſt même de beaucoup plus grande que la quantité de pluie qui en réſulte : mais la roſée & le ſerein rendent à la terre & à la mer, preſque chaque jour, une partie conſidérable de l'eau qui s'éleve en vapeurs ; & rétabliſſent l'égalité entre la quantité d'eau qui s'éleve dans l'athmoſphere, & la quantité d'eau qui en deſcend.

675. OBJECTION IV. Ce ſyſtême, ſur l'origine des fontaines, ſuppoſe comme certain, un fait très-douteux ; ſavoir, qu'il y a des cavernes ſouterreines où l'eau des pluies & des neiges s'amaſſe en grande quantité, pour en couler enſuite ſucceſſivement par des canaux ſouterreins, leſquels, s'épanouiſſant en ſources plus ou moins abondantes, donnent naiſſance aux rivieres & aux fleuves. Car quelle preuve bien ſolide & bien certaine, conſtate l'exiſtence de ces amas d'eau ſouterreine ?

RÉPONSE. Ce ſyſtême ſur l'origine des fontaines, qu'on doit regarder comme une vérité le plus rigoureuſement démontrée, n'a beſoin d'aucune ſuppoſition incertaine pour ſe ſoutenir. L'exiſtence des grands réſervoirs, *extérieurs* & *intérieurs*, ménagés par la nature pour diſtribuer l'eau ſur la ſurface de la terre, ne peut être douteuſe pour aucun naturaliſte éclairé.

I°. On connoît en mille & mille endroits ſur la ſurface de la terre, des chaînes de montagnes qui forment des enfoncements capables de contenir une grande quantité d'eau de pluie & de neige. Cette eau s'en échappe peu à peu, en s'infiltrant à travers les ſubſtances argilleuſes & pier-

reuſes; & coule dans les plages plus baſſes, en vertu de ſa gravitation. Voilà donc déja une eſpece très-fréquente & très-multipliée de *réſervoirs extérieurs*, propres à ménager l'eau des pluies pour les tems de ſéchereſſe.

II°. Tout le monde ſait qu'il exiſte, non loin de la ſurface de la terre, une foule de grottes de différentes grandeurs : en viſitant ces grottes ſouterreines, en combien d'endroits ne trouve-t-on pas des baſſins emplis d'eau? Pourquoi ne ſeroit-on pas fondé à ſuppoſer de ſemblables *réſervoirs ſouterreins* en mille & mille endroits dans les entrailles de la terre, qu'il n'eſt pas poſſible d'aller viſiter?

Il y a environ vingt ans, que dans un beau jour d'été, où il n'y avoit pas un nuage dans tout l'horiſon, un torrent nommé *Bramaſam* auprès d'Embrun, lequel étoit preſqu'à ſec, s'enfla ſi fort tout à coup, qu'il ſuſpendit le cours de la Durance; enterra totalement une pinée d'un demi-quart de lieue de longueur; voitura des rochers que vingt paires de bœufs n'auroient pu mouvoir. A quelle cauſe attribuer ce phénomene, ſi ce n'eſt à l'affaiſſement de quelqu'énorme maſſe de terre & de roc ſur quelque lac ſouterrein, ou à une grande & ſubite crevaſſe faite à quelque immenſe caverne pleine d'eau dans la montagne de Châteauroux, où ce torrent prend naiſſance, & ſur laquelle il n'y avoit ce jour là, ni neige, ni nuée, ni trombe, ni rien de ſemblable, qui pût occaſionner un tel événement? Je m'étois ſouvent promené dans cette pinée, avant qu'elle fût enterrée dans les pierres & dans les ſables. Je me ſuis promené pluſieurs fois depuis lors avec étonnement, dans

le même local, ſur les têtes les plus élevées des pins enterrés, accompagné des perſonnes qui avoient été témoins de l'événement qui les engloutit. Un tel effet ne démontre-t-il pas l'exiſtence conteſtée de maintes cavernes cachées dans le ſein des montagnes, & deſtinées à ſervir de réſervoirs aux eaux des pluies & des neiges? (*)

III°. Quand même ces réſervoirs ſouterreins ſeroient auſſi rares qu'on peut le ſuppoſer, la ſeule infiltration des eaux de pluie & de neige, à travers l'étendue qui ſépare les contrées plus élevées des contrées plus baſſes, ſuffiroit pour entretenir pendant un très-long tems, les ſources dans toutes les contrées du monde: parce que l'eau, en s'infiltrant à travers mille & mille obſtacles, ne peut avoir qu'un mouvement très-lent. Il faut donc un tems conſidérable à l'eau des pluies ou des neiges, pour paſſer du haut d'une montagne, en s'infiltrant à travers les différentes ſubſtances argilleuſes & pierreuſes, juſqu'au fond des vallées voiſines, où elle va jaillir ou couler en fontaines: il lui faudra un tems bien plus conſidérable pour paſſer de la même maniere, d'une contrée plus élevée à une contrée plus baſſe.

(*) On trouve chez les naturaliſtes, une foule de phénomenes produits par la même cauſe que nous ſuppoſons ici. « En 1678, dit M. de Buffon, il y eut une grande » inondation en Gaſcogne, cauſée par l'affaiſſement de » quelques morceaux de montagnes dans les Pyrénées, » qui firent ſortir les eaux qui étoient contenues dans les » cavernes de ces montagnes. En 1680, il en arriva encore » une plus grande en Irlande, qui avoit auſſi pour cauſe » l'affaiſſement d'une montagne dans des cavernes rem- » plies d'eau ». *Hiſt. nat. tome II, page 366.*

Dans les grandes & longues ſéchereſſes, un grand nombre de fontaines diminuent ou tariſſent. Elles *diminuent :* parce que les réſervoirs nourriciers, intérieurs ou extérieurs, dont les pertes ne ſont point réparées, ceſſant d'être pleins, répandent par leurs ouvertures un moindre volume d'eau (634). Elles *tariſſent :* ſoit parce que les réſervoirs nourriciers s'épuiſent ; ſoit parce que les eaux tombées ſur les contrées plus élevées, ont eu le tems de parcourir, en s'infiltrant, tout l'eſpace qui les ſéparoit des ſources par où elles couloient ou jailliſſoient dans des contrées plus baſſes.

676. OBJECTION V. Dans des tems de ſéchereſſe, on trouve ſur le ſommet des hautes montagnes, des ſources jailliſſantes ou coulantes : dira-t-on que ces ſources doivent leur écoulement à des réſervoirs ſupérieurs ou plus élevés, qui par des canaux de communication, portent leurs eaux juſqu'à cette hauteur ? Mais où placer des réſervoirs ſupérieurs au ſommet de ces hautes montagnes ?

RÉPONSE. 1°. Les rivieres & les fleuves ont toujours ou preſque toujours leurs ſources, non au ſommet, mais vers le milieu ou vers le pied des montagnes, dans les contrées les plus élevées des continents. On peut obſerver ſur la ſurface de la terre, certaines contrées plus élevées, qui ſemblent être des *points de partage* marqués par la nature pour la diſtribution des eaux. Les environs du mont Saint-Gothard en Suiſſe, ſont un de ces points de partage en Europe : delà coulent le Rhône au ſud-oueſt, le Rhin au nord-oueſt, le Danube à l'orient. Un autre point de partage en Aſie, eſt le pays des Tartares-Mogols,

où naiſſent différents fleuves qui vont ſe rendre, les uns dans la mer du Nord, les autres dans la mer de Corée, d'autres dans la mer de la Chine. La province de Quito, dans l'Amérique méridionale, eſt encore un point de partage deſtiné à fournir des eaux à la mer du Sud, à la mer du Nord, au golfe du Mexique.

II°. On trouve aſſez ſouvent au ſommet des hautes montagnes, des eaux ſtagnantes, ou des lacs de différente grandeur, qui ont été emplis par les pluies ou par les neiges, & qui ſont deſtinés à produire des ſources vers le milieu ou vers le pied de la montagne qu'ils occupent: mais on n'y voit jamais des ſources jailliſſantes ou coulantes, à moins que ces montagnes ne ſoient dominées par d'autres montagnes avec leſquelles elles aient communication par des canaux ſouterreins.

III°. Si par haſard on trouve jamais une ſource jailliſſante ou coulante ſur le ſommet même d'une montagne; que l'on obſerve exactement les contrées voiſines, l'on y verra infailliblement quelque montagne conſidérablement plus élevée, d'où cette ſource tire ſon origine. Par exemple, (*fig.* 13.)

Suppoſons que R & A ſoient deux montagnes fort élevées, & dont les ſommets ſoient éloignés de huit ou dix lieues: on ne trouvera point de ſource coulante ou jailliſſante en R, ſi la montagne R eſt auſſi élevée ou plus élevée que toutes les montagnes voiſines. Mais on pourra trouver une eau coulante ou jailliſſante ſur ſon ſommet en *m*, par le moyen d'un réſervoir ASB, dont un canal intérieur & ſouterrein BHC portera & élevera les eaux en *m*, où elles couleront

ou jailliront, ſe trouvant au-deſſous du niveau CD du réſervoir ASB.

677. OBJECTION IV. On trouve des ſources d'eau douce dans de fort petites iſles: ces ſources viendront-elles auſſi des continents, par des tuyaux de communication ſous la mer? On trouve dans les continents des ſources ſalées: pourquoi ces ſources ne viendroient-elles pas immédiatement de la mer?

RÉPONSE. I°. Les ſources d'eau douce, dans les petites iſles, comme dans les grands continents, doivent leur origine aux eaux de pluie ou de neige: il eſt donc aſſez inutile de leur chercher une origine étrangere; puiſqu'il pleut dans ces iſles, comme dans les continents. Si par haſard il ſe trouve quelque petite iſle ou quelque grand rocher ſaillant au ſein de la mer & au voiſinage des continents, où la quantité d'eau douce excede la quantité de pluie que cette iſle ou ce rocher peut recevoir; quelle impoſſibilité y auroit-il que cette quantité d'eau douce dût en partie ſon origine aux réſervoirs du continent voiſin? Les chaînes de montagnes ne peuvent-elles pas communiquer entr'elles ſous la mer, comme ſous la ſurface des continents? Ainſi HBN étant la ſurface de la mer, l'eau du continent ASB peut aller jaillir en *m*, par un canal de communication ASBHC. (*fig.* 13.)

II°. Les ſources ſalées qui coulent dans les continents plus élevés que la ſurface de la mer, ne peuvent venir de la mer: parce qu'il eſt démontré que l'eau de la mer ne peut produire un écoulement au-deſſus de ſa ſurface (669. IV°.). Ces ſources ſalées doivent inconteſtablement leur origine, & aux eaux de pluie qui les

les forment, & aux mines de ſel à travers leſquelles elles coulent. (585.)

678. OBJECTION VII. Quelques phyſiciens, pour concilier tous les ſyſtêmes ſur l'origine des fontaines, les font venir en partie des pluies & en partie de la mer: pourquoi ne pas ſuivre leur exemple, qui préſente un ſi beau modele d'eſprit de conciliation?

RÉPONSE. Il n'eſt pas rare de trouver de ces hommes équivoques, qui, faute de génie, oſent ſe porter pour conciliateurs entre les hommes de génie. On en a vu qui ont voulu concilier Deſcartes & Newton, le vuide & le plein.

Ennuyé de voir rouler aiſément un charriot ſur quatre roues paralleles, un grand méchanicien, pour faire ſes preuves de génie, imagina d'ajouter au charriot une cinquieme roue tranſverſale. C'eſt à peu près ce que font ceux qui appellent la mer au ſecours des pluies, pour donner naiſſance aux fontaines: à l'influence d'une cauſe certaine & ſuffiſante, ils aſſocient l'influence d'une cauſe fabuleuſe & chimérique, qui ne ſert à rien, & qui embarraſſe beaucoup.

679. OBJECTION VIII. Il y a des ſources d'eau douce, voiſines de la mer, qui éprouvent, ainſi que la mer, un flux & un reflux périodiques: il eſt donc évident que ces ſources tirent immédiatement leur origine de la mer; puiſqu'elles participent réguliérement à ſes variations.

RÉPONSE. I°. Le fait que l'on objecte, mérite d'être mieux examiné & mieux conſtaté, pour être érigé en fait certain: parce qu'il peut ſe faire que ce très-petit nombre de ſources ſingu-

lieres, dans leſquelles on prétend avoir obſervé, au voiſinage de la mer, des accroiſſements & des décroiſſements périodiques, aſſez ſemblables à ceux du flux & du reflux, ne ſoient que des fontaines intermittentes, du genre de celles dont nous parlerons bientôt.

II°. En ſuppoſant que quelques ſources voiſines de la mer, participent réellement & conſtamment au phénomene périodique du flux & du reflux, il ne s'enſuit nullement qu'elles tirent leur origine immédiate de la mer. Car, (*fig.* 47.)

Soit un courant ſouterrein AB, qui ait ſa ſource en A, & dont le canal ſoit à peu près parallele & de niveau avec la ſurface de la mer M. Quand la ſurface de la mer, pendant le reflux, s'abaiſſera de huit ou dix pieds en R; l'eau du canal AB coulera librement dans la mer M: mais quand la ſurface de la mer, pendant le flux, s'élevera de huit ou dix pieds en F; l'eau du canal AB ſera arrêtée, ſe mettra de niveau avec l'eau de la mer, s'élevera & s'accumulera en S à huit ou dix pieds de hauteur de plus que dans le reflux. Il eſt évident qu'une telle ſource, quoique formée & entretenue par l'eau des pluies & des neiges, en coulant du ſein des terres dans la mer, ſuivra tous les phénomenes du flux & du reflux, ſans tirer ſon origine immédiatement de la mer.

S'il ſe trouve par haſard quelque tuyau ou quelque fente dans la montagne ou dans la rive au voiſinage de la ſource en S; on aura en S une fontaine intermittente SX, qui ſuivra régulierement le flux & le reflux de la mer, cou-

lant dans le tems du flux, où les eaux de la mer s'élevent juſqu'en F ; & ceſſant de couler au tems du reflux, où les eaux de la mer ne s'élevent plus que juſqu'en M ou en R. Cette fontaine intermittente & périodique S X, ſera une ſource d'eau douce ; ſi les eaux de la mer, pendant le flux, n'ont pas le tems de ſe mêler avec l'eau douce dans toute l'étendue du canal ſouterrein B A S. Canal que nous ſuppoſons ici enveloppé d'un roc tranſparent.

FONTAINES INTERMITTENTES.

680. OBSERVATION. Il y a dans la nature, & des ſources conſtantes, & des ſources périodiques.

I°. Les *ſources conſtantes* ſont celles qui coulent toujours à peu près également en toute ſaiſon, & qui ne varient que relativement à la plus ou moins grande abondance d'eau que leur fourniſſent les pluies & les neiges. Telles ſont les ſources qui donnent naiſſance aux fleuves, aux rivieres, aux lacs, à la plupart des fontaines.

II°. Les *ſources périodiques* ſont celles qui, dans certains tems marqués, eſſuient des changements réguliers dans leur écoulement. Si leur écoulement ceſſe entiérement & reparoît à différentes repriſes en un certain tems, on les nomme *fontaines intermittentes*. Si leur écoulement, ſans ceſſer entiérement, éprouve des retours d'augmentation & de diminution qui ſe ſuccedent, après un certain tems fixe, plus ou moins long, on les nomme *fontaines intercalaires*. Si leur écoulement eſt affecté à certaines ſaiſons, comme celles qui commencent à couler au printems &

ceſſent de couler en automne, ſelon que la fonte des neiges commence ou finit plutôt, on les nomme *fontaines temporaires*. Ce qui concerne les fontaines temporaires, n'a rien de ſingulier, & n'exige aucune explication particuliere.

III°. Le phénomene des fontaines intermittentes & intercalaires, a occupé de tout tems l'attention des naturaliſtes. Par quel méchaniſme phyſique arrive-t-il, que telle fontaine coule réguliérement avec abondance pendant un certain nombre d'heures ou de minutes, & ſuſpend enſuite totalement ſon écoulement pendant un certain autre nombre d'heures ou de minutes, pour reprendre & ſuſpendre de nouveau ſon écoulement toujours fixé à des intervalles réguliers & iſochrones? Que telle autre fontaine, en ne ceſſant jamais de couler, donne un grand volume d'eau pendant un certain nombre d'heures ou de minutes, & enſuite un voulume d'eau conſidérablement moindre pendant un certain autre nombre d'heures ou de minutes, pour reprendre perſévéramment la même alternative de grand & de petit écoulement régulier & périodique?

Parmi ces fontaines intermittentes ou intercalaires, on peut compter la *ſource Bullerbon* en Weſtphalie, qui ſourd en bouillonnant avec grand bruit, & qui eſt à ſec deux fois par jour; la *ſource de Colmar* en Provence, dont l'eau coule de la groſſeur du bras, & s'arrête alternativement de ſept minutes en ſept minutes; la *ſource de Laywel* près de Torbey en Dévonshire, dont les flux & les repos intercalaires ſe répetent juſqu'à ſeize fois par demi-heure. Ces ſortes de

ſources, intermittentes ou intercalaires dans leur écoulement, ſe nomment en général *fontaines intermittentes* : parce qu'elles ſont ſujettes également à des intermittences, dont nous allons chercher la cauſe commune, d'après l'expérience ſuivante. (*fig.* 29.)

IV°. Si dans un vaſe ou dans un baſſin plein d'eau, on met un ſyphon, & que par la longue branche du ſyphon on pompe l'air en H; l'eau du vaſe ou du baſſin coulera en H, tant que la plus courte jambe du ſyphon atteindra l'eau en S. Cette expérience eſt certaine & connue de tout le monde : nous en expliquerons ailleurs le méchaniſme phyſique. (717.)

PROPOSITION.

681. *Le phénomene des fontaines intermittentes & intercalaires, s'explique d'une maniere ſatisfaiſante, par le moyen de certains ſyphons naturels & ſouterreins.* (fig. 18.)

EXPLICATION. I°. Soit au ſein d'une grande ou petite montagne AFHDZCB, une ſource conſtante & uniforme FX, que nous nommerons la *ſource nourriciere*. Que cette ſource coule perſévéramment dans un plus ou moins grand réſervoir ABCDH; de telle ſorte que l'eau puiſſe s'élever juſqu'en H, par où elle a communication avec l'air extérieur, & par où elle pourroit couler en dehors ſur la ſurface de la montagne.

II°. Soit au ſein de ce réſervoir ſouterrein, un ſyphon ou une ſuite de ſyphons RDS, dont la capacité ſoit environ deux fois plus grande, que n'eſt le volume d'eau que donne conſtam-

ment la ſource nourriciere FX. Tant que le réſervoir ne ſera point aſſez rempli, l'eau ne coulera point hors du réſervoir : mais quand le réſervoir ſera plein juſqu'en H, l'eau preſſée par ſon propre poids, s'écoulera par les ſyphons RDS. Suppoſons que la ſource nourriciere ait beſoin de douze heures pour remplir le réſervoir : les ſyphons RDS, dont la capacité eſt deux fois plus grande que celle du canal nourricier, vuideront le réſervoir dans l'eſpace d'environ douze heures. Delà réſultera une fontaine intermittente en Z, laquelle coulera pendant douze heures, & ceſſera de couler pendant douze heures.

682. REMARQUE I. Nous avons réuſſi à imiter cette fontaine intermittente, par le moyen d'un ſyphon ABC d'environ trois lignes de diametre, fixé au petit réſervoir qui recevoit la ſource nourriciere S, plus petite que la ſource périodique & intermittente que donnoit le ſyphon ABC. (*fig.* 17.)

Mais le ſuccès n'a pas été le même, quand nous avons employé un ſyphon d'un ou deux pouces de diametre. Alors, quand l'eau eſt élevée à la hauteur du ſyphon, elle coule par la jambe plus longue ſans l'emplir, en même quantité qu'elle tombe ou coule dans le réſervoir ; & au lieu d'une fontaine intermittente, on n'a qu'une ſource conſtante & uniforme.

Delà il ſemble réſulter que le phénomene des intermittences a pour cauſe, non un ſeul ſyphon d'une grande capacité, mais un aſſemblage de pluſieurs petits ſyphons, tous capillaires ou qui ne s'éloignent que fort peu de la

capacité des tubes capillaires. Il eſt clair qu'une grande couche de ſable, ou de tuf, ou de pierre ſpongieuſe, peut faire la fonction de ces ſyphons RDS, dans la montagne dont nous venons de parler. (*fig.* 18.)

683. REMARQUE II. Pour vuider un tonneau ou une bouteille par le moyen du ſyphon ordinaire, il faut pomper l'air à l'extrêmité de la longue jambe du ſyphon. Ici il n'y a aucune cauſe qui puiſſe faire cette fonction. Mais l'eau, élevée d'abord en D dans les petits ſyphons, eſt arrêtée dans l'intérieur de ces ſyphons, par ſon affinité avec les ſubſtances qui les compoſent: élevée enſuite juſqu'en H, beaucoup au-deſſus de la hauteur des ſyphons, l'action de ſa preſſion qui la ſollicite à couler, devient plus grande que l'action de ſon affinité qui l'empêchoit de couler; & alors l'écoulement commence par tous les ſyphons placés à peu près à égale hauteur, & ne ceſſe que lorſque le liquide ſe trouve inférieur à l'orifice R de ces ſyphons. L'écoulement ceſſera donc, quand le réſervoir ſouterrein ſera vuidé, pour recommencer quand ce même réſervoir ſera rempli de nouveau.

684. REMARQUE III. Une fontaine telle que celle dont nous parlons, peut préſenter une foule de variétés ſingulieres, dont il eſt important d'indiquer le méchaniſme & de faire connoître les cauſes phyſiques. (*fig.* 18.)

I°. Si la ſource nourriciere F X eſt d'une grandeur conſtante & toujours égale en toute ſaiſon, la fontaine intermittente Z ſera périodiquement réguliere dans ſon flux & dans ſon

repos : puiſqu'il faudra toujours au réſervoir intérieur, le même tems pour s'emplir, & le même tems pour ſe vuider.

II°. Si en certaines ſaiſons, la ſource nourriciere FX eſt tantôt plus & tantôt moins abondante, la fontaine intermittente Z ſouffrira des variations dans la durée de ſes écoulements & de ſes intermittences : parce qu'il faudra tantôt plus & tantôt moins de tems au réſervoir ſouterrein, pour ſe remplir & pour ſe vuider.

III°. Si au point C ſe trouve une petite fente ou un petit canal par où l'eau puiſſe couler perſévéramment en Z en très-petite quantité ; on aura en Z une fontaine intercalaire, qui coulera conſtamment, mais qui aura des accroiſſements & des décroiſſements périodiques, ſelon que l'eau coulera ou ceſſera de couler par les ſyphons RDS.

IV°. Si au point V dans le roc, ſe trouve une petite fente ou un petit canal, d'une capacité beaucoup moindre que le volume d'eau que donne la ſource nourriciere ; on aura en V une autre fontaine intermittente, qui coulera quand l'eau s'élevera au-deſſus de V ; & qui ceſſera de couler, quand la ſurface de l'eau ſera au-deſſous de V.

V°. Si en B ſe trouve auſſi une petite fente ou un petit canal, on aura en B une fontaine conſtante, qui donnera beaucoup plus d'eau quand le réſervoir ſera plein juſqu'en X ou en H, que lorſqu'il ſera vuide juſqu'en T ou juſqu'en R (634). On pourra donc avoir en B une ſource conſtante dans ſon écoulement, mais variable dans la quantité de ſon écoulement ſans

intermittences ; tandis qu'on aura en V & en T deux fontaines à intermittences : le flux ou l'écoulement de l'inférieure V commencera plutôt & finira plus tard, que celui de la ſupérieure T. Il eſt clair que, pour que toutes les ſources B, C, T, V, aient lieu à la fois, ſans interrompre la fontaine intermittente Z, il faut que le volume d'eau qui s'échappera par les fentes ou canaux B, C, V, T, ſoit moindre que celui de la ſource nourriciere F X.

VI°. Si le réſervoir ſouterrein eſt fermé de toute part, excepté en H, où ſe trouvera une très-petite fente par où le réſervoir aura communication avec l'air extérieur ; ce baſſin ou réſervoir ſemblera *inſpirer* & *expirer* l'air. Pendant que le baſſin s'emplira, l'air ſortira continuellement en H ; & tandis que le baſſin ſe vuidera, l'air extérieur ſe précipitera continuellement dans le baſſin, par l'ouverture H.

VII°. Il eſt clair que la durée des écoulements & des intermittences, doit dépendre du rapport qui ſe trouve entre la ſource nourriciere qui emplit le baſſin, & la capacité du ſyphon ou des ſyphons qui le vuident. Plus la ſource nourriciere eſt petite par rapport à la capacité des ſyphons, plus il y a de tems entre l'écoulement qui précede & l'écoulement qui ſuit : & réciproquement, plus la ſource nourriciere eſt abondante, la capacité des ſyphons reſtant la même, plus eſt court l'eſpace de tems qui ſépare les écoulements périodiques.

CONCLUSION.

Après avoir examiné dans ce globe que nous habitons, & la *Terre* & l'*Eau* qui le compoſent; il nous reſte à conſidérer l'*athmoſphere* qui l'enveloppe de toute part juſqu'à une certaine hauteur, & qui ſemble en être une eſpece de continuation dans la nature : tel ſera l'objet du traité ſuivant.

THÉORIE

DES ÊTRES SENSIBLES,

OU

COURS COMPLET

DE PHYSIQUE.

CINQUIEME TRAITÉ.

THÉORIE DE L'AIR.

NATURE DE L'AIR.

NATURE DU SON.

NATURE DES MÉTÉORES.

Cette derniere diviſion formera le commencement du troiſiéme volume.

THÉORIE
DES ÊTRES SENSIBLES,
OU
COURS COMPLET
DE PHYSIQUE.

CINQUIEME TRAITÉ.
Théorie de l'Air.

Le globe terreſtre eſt enveloppé, dans toute l'étendue de ſa ſurface, d'un immenſe volume d'air, qui s'élève à une aſſez grande hauteur au-deſſus de la terre & de la mer, & qui a le même mouvement journalier & annuel, que le globe ſolide & liquide qu'il entoure; ſuppoſé que ce globe roule, & autour de ſon centre, & autour du ſoleil.

Cet immenſe volume d'air qui environne notre globe, n'eſt point un corps ſimple & ſans aucun

mêlange : il eſt toujours uni ou combiné avec une quantité conſidérable de vapeurs & d'exhalaiſons qui s'échappent, les premieres du ſein des mers & des rivieres ; les ſecondes, du ſein des différents corps terreſtres, animaux, végétaux, minéraux. L'enſemble de l'*air*, des *vapeurs*, des *exhalaiſons*, eſt ce qu'on nomme l'*athmoſphere*, dont l'air fait la principale partie.

L'air eſt un principe élémentaire, dont il importe de connoître la *nature* : l'air agité d'une certaine maniere, produit le *ſon*, ſource ou image en mille & mille occaſions, de nos penſées & de nos affections : l'air uni aux vapeurs & aux exhalaiſons, forme les *météores*, qui nous préſentent tantôt de ſi riants, tantôt de ſi effrayants ſpectacles : tel eſt le triple objet de ce traité, où nous développerons & la nature de l'air, & la nature du ſon, & la nature des météores.

PREMIERE SECTION.

NATURE DE L'AIR.

LA nature ſpécifique d'un corps, n'eſt autre choſe que l'aſſemblage des propriétés qui le caractériſent : la connoiſſance de ces propriétés caractériſtiques entraîne donc la connoiſſance de ſa nature. Des expériences & des obſervations qu'on a faites ſur l'air, il réſulte, comme nous le ferons voir en détail, que l'air eſt un corps à part dans la nature ; un corps peſant par lui-même ; un corps immenſément compreſſible & dilatable ; un corps élaſtique, & dont l'élaſti-

cité parfaite & toujours permanente, eſt proportionnelle à la denſité ; un corps qui entre dans la compoſition de tous ou de preſque tous les mixtes ; un corps qui eſt un des plus puiſſants & des plus généraux agents de la nature dans la production, dans la conſervation, & dans la deſtruction des ſubſtances animales, végétales, minérales, & ſur-tout dans la production des météores.

PROPOSITION I.

785. *L'air eſt un corps primitif & inaltérable.*

DÉMONSTRATION. I°. L'*air eſt un corps* : corps inviſible, inodore, inſipide, nous ne pouvons l'appercevoir par aucun de nos ſens, ſi ce n'eſt par le toucher ; ce qui ſuffit pour nous démontrer que c'eſt un corps : puiſque, ſelon l'axiome certain & évident de Lucrece, le corps ſeul a la propriété d'affecter nos ſens, d'affecter l'organe du tact :

Tangere enim & tangi, niſi corpus, nulla poteſt res.

Quand l'air eſt agité, nous en ſentons les impulſions ; quand il eſt tranquille, en l'agitant, nous en éprouvons la réſiſtance : d'ailleurs nous le condenſons & nous le dilatons à volonté : ce qui évidemment ne peut convenir qu'à un corps.

Quand quelques anciens philoſophes donnent à l'air le nom équivoque d'*eſprit*, il ne faut pas s'imaginer qu'ils entendent par-là une ſubſtance immatérielle & ſpirituelle, capable de penſée & de ſentiment. Pour éviter une telle mépriſe, il ſuffit de faire attention que ces philoſophes avoient au moins le ſens commun ; & que le terme équivoque *ſpiritus*, convient indifférem-

ment & à l'air & à l'eſprit proprement dit. C'eſt dans le même ſens que les chymiſtes & les phyſiciens nomment eſprits vitaux, eſprits animaux, eſprits volatils, eſprits frigorifiques, eſprit de vin, certaines ſubſtances matérielles, qui ont plus de légéreté ou de volatilité.

II°. L'*air eſt un corps primitif*, un corps indépendant de toutes les compoſitions que forme la nature. Quelques phyſiciens ont penſé que l'air pourroit bien être un aſſemblage fortuit de corpuſcules hétérogenes & très-ſubtils, qui échappés par une émanation continuelle, du ſein des différents mixtes, & ne pouvant reprendre leur nature primitive à cauſe de leur immenſe diviſion, compoſent par leur réunion un fluide à part, un fluide différent de tout autre fluide. Mais cette opinion ſinguliere n'eſt fondée ſur aucune expérience & ſur aucune raiſon: elle eſt même contraire à l'expérience & à la raiſon. Car,

En premier lieu, ſi l'air n'étoit qu'un aſſemblage fortuit de corpuſcules émanés du ſein des différents corps, la nature de l'air devroit évidemment varier autant que les contrées & les ſaiſons. Or, loin d'être variable, la nature de l'air eſt toujours la même, toujours & par-tout caractériſée par des ſignes ſpécifiques & par des effets invariables, qui décelent infailliblement un même corps, une même eſpece de ſubſtance, ſoit en Laponie, ſoit en France, ſoit en Ethiopie; malgré les petites différences accidentelles que peuvent occaſionner à ſa maſſe, les vapeurs & les exhalaiſons qui lui ſont mêlées.

En ſecond lieu, ſi l'air n'étoit qu'un aſſemblage fortuit de vapeurs & d'exhalaiſons émanées du ſein

ſein des corps terreſtres, ſolides & liquides, il eſt clair que la ſubſtance de l'air devroit être preſque toute aqueuſe; & qu'en condenſant l'air juſqu'à la denſité de l'eau, on devroit le rendre à ſa nature primitive, & le convertir en un fluide aqueux mêlé de quelques corpuſcules hétérogenes. Or après avoir donné à l'air une denſité auſſi grande ou plus grande que celle de l'eau (724), on a toujours trouvé en lui les mêmes effets, les mêmes caracteres, les mêmes propriétés, la même nature : donc l'air eſt un corps à part, un corps primitif, un corps totalement diſtingué du reſte des corps, & non un mêlange biſarre & fortuit de corpuſcules émanés du ſein des différents corps terreſtres.

III°. *L'air eſt un corps indeſtructible & inaltérable.* A quelques épreuves que l'ait mis la chymie, elle n'a jamais pu ni le décompoſer, ni le dénaturer, ni lui cauſer aucune altération eſſentielle. Soumis aux feux les plus violents, il n'eſt ni conſumé, ni métamorphoſé par leur activité : livré à l'action des plus puiſſants diſſolvants, enlevé à un corps & abſorbé par un autre, on l'en retire ſans diminution & ſans altération : donc l'air eſt un corps primitif & inaltérable. C. Q. F. D.

686. REMARQUE. Il eſt inutile de rechercher quelle eſt la figure des molécules de l'air : puiſque leur étonnante ténuité les rend imperceptibles à nos obſervations, & que les plus excellents microſcopes n'ont aucune priſe ſur elles. Les phyſiciens ſe repréſentent communément la maſſe de l'air, ſous l'image d'un aſſemblage de petits reſſorts de figure ſpirale, flexibles & élaſtiques DE, RS, MN, *mn* (*fig.* 38). Mais,

cette opinion, quoiqu'ingénieuſe, quoique propre à rendre raiſon des principaux phénomenes de l'air, ne doit cependant être regardée que comme une ſimple hypotheſe dont rien ne conſtate avec certitude la réalité.

PROPOSITION II.

687. *L'air eſt un corps peſant par lui-même.* (fig. 26.)

DÉMONSTRATION. I°. Soit un globe creux de verre ABCD, d'une aſſez grande capacité, & adapté à un tuyau de cuivre AB, par le moyen duquel on puiſſe pomper l'air contenu dans la capacité du globe d'un ou deux pieds de diametre.

II°. Après avoir pompé l'air du globe par le moyen d'une machine pneumatique (696); que l'on mette ce globe ſur le baſſin d'une balance bien mobile, & que ſur le baſſin oppoſé on mette un poids qui faſſe exactement équilibre.

III°. Le globe vuide d'air & le poids oppoſé étant en équilibre chacun ſur leur baſſin, ſi on ouvre le robinet du tuyau AB, l'équilibre ceſſe; le baſſin qui ſupporte le globe, deſcend: donc ce baſſin a acquis un poids réel. Or ce baſſin n'a rien de plus qu'auparavant, à l'exception de l'air qui eſt entré dans le globe: donc l'air qui eſt entré dans le globe, & qui fait pencher la balance, a un poids réel: donc l'air eſt peſant par lui-même. C. Q. F. D.

Comme le globe ou le balon de verre, deſtiné à peſer l'air, a néceſſairement un poids aſſez conſidérable & capable de preſſer trop fortement la balance; on peut rendre ce globe

un peu plus pesant qu'un égal volume d'eau, & le peser plongé dans l'eau, pour ne faire supporter à la balance que son petit excès de pesanteur sur l'eau. Dans ce cas, il sera plus facile de saisir & d'estimer l'augmentation de poids que lui donne l'air rendu à sa capacité auparavant vuide.

688. OBJECTION. Il conste par mille & mille expériences, que l'air près de la surface de la terre, est toujours chargé d'une quantité considérable de vapeurs, d'exhalaisons, de corpuscules hétérogenes de toute espece : donc il peut se faire que ce soit le poids de ces corpuscules hétérogenes qui entrent dans le globe avec l'air, & non un poids propre & intrinseque à l'air lui-même, qui fait pencher & descendre le bassin où reposoit le globe en équilibre avec le poids opposé, au moment où le robinet ouvert donne passage à l'air extérieur dans la capacité du globe.

RÉPONSE. Il est facile de faire l'expérience qu'on attaque, de telle façon qu'on n'ait aucune crainte de prendre le poids des corpuscules hétérogenes mêlés avec l'air, pour le poids de l'air lui-même : (*fig.* 26.)

I°. Que l'on mette d'abord le globe ou le balon ABCD, rempli d'air, en équilibre avec un poids opposé sur une balance bien exacte.

II°. Que l'on place ensuite ce globe sur la platine d'une machine pneumatique, & que l'on pompe lentement & peu à peu l'air qu'il renferme dans son sein. Dès que le piston de la machine pneumatique commence à descendre & à produire le vuide dans la pompe, l'air renfermé dans le globe ABCD, se dilate par son élasticité ; s'échappe par le canal BA, dans le vuide produit

par le piſton. Les corpuſcules hétérogenes, qui étoient en équilibre avec l'air dans le globe, n'ayant pas la même élaſticité & la même dilatabilité que l'air, ne peuvent s'élever avec lui vers l'extrêmité ſupérieure du tuyau B; deſcendent de toute part vers le fond du globe, par leur excès de peſanteur ſur l'air raréfié; & un œil attentif, placé dans un jour favorable, les voit ſe précipiter ſucceſſivement au fond du globe, où ils reſtent.

III°. Tandis que le piſton continuera à jouer dans la pompe, l'air renfermé dans le globe, ſe dilatant de plus en plus par ſa force élaſtique & expanſive, continuera à monter en B, & à s'échapper dans la pompe par le canal BA; tandis que les corpuſcules hétérogenes mêlés aux molécules aériennes, privés de la même vertu expanſive & livrés à leur gravité conſtante, ne pourront s'élever avec lui en B, & continueront à tomber ou à reſter au fond du globe.

IV°. Après avoir exactement pompé l'air qui étoit renfermé dans le globe, que l'on remette ce globe vuide d'air, ſur le même baſſin de balance, où plein d'air il faiſoit équilibre avec le poids oppoſé. On trouvera que le globe ſera élevé par le poids oppoſé: donc ce globe a perdu un poids réel. Or ce globe n'a perdu que l'air qu'il renfermoit, ſans perdre les *vapeurs* & les autres *corpuſcules hétérogenes* qui étoient mêlés à cet air & qui demeurent raſſemblés au fond du globe: donc l'air eſt peſant par lui-même, indépendamment des corpuſcules hétérogenes qui peuvent lui être unis.

V°. Nous avons déja obſervé & nous obſerverons encore ailleurs, que la fumée & la flamme

ſont des corps peſants par eux-mêmes : pourquoi l'air, au-deſſus duquel la fumée & la flamme s'élevent, ne ſeroit-il pas peſant par lui-même ? Ce n'eſt même que par ſon excès de peſanteur ſur la flamme & la fumée, que l'air force ces corps à s'élever contre l'exigence de leur peſanteur ; comme un poids de deux livres ſur le baſſin d'une balance, ne force un poids d'une livre à s'élever ſur le baſſin oppoſé, que parce que le premier a un excès de peſanteur ſur le ſecond.

VI°. D'ailleurs, ſi l'air n'avoit d'autre peſanteur, que celle des vapeurs, des exhalaiſons, des différents corpuſcules, qui ſont répandus dans ſa maſſe & unis à ſes molécules ; ces corps hétérogenes ne pourroient ſe ſoutenir dans l'air : puiſque, ſelon les loix générales des fluides & des liquides, les corps peſants deſcendent & s'abaiſſent, juſqu'à ce qu'ils ſoient en équilibre avec des corps au moins auſſi peſants qu'eux.

689. COROLLAIRE. *L'air étant peſant par lui-même, il s'enſuit que ſon poids eſt toujours proportionnel à ſa maſſe*, ou à la quantité de molécules aériennes qui gravitent. On voit par ce que nous venons de dire, comment on a pu trouver & déterminer la peſanteur abſolue de l'air : un pied cube d'air peſe environ une once & deux cinquiemes d'once ; comme nous l'avons marqué ailleurs. (644.)

Peſanteur, compreſſibilité, élaſticité de l'air.

690. EXPÉRIENCE. Soit un tube A B H C D d'une capacité quelconque & par-tout égale, perpendiculaire à l'horiſon, ouvert en A, & hermétiquement fermé en D. Que le côté perpendiculaire AB ait environ 60 pouces de hauteur ;

& le côté parallele CD, environ un pied. (*fig.* 9.)

I°. Que l'on empliſſe de mercure, la partie BHC du tube : il y aura une petite colonne d'air, interceptée entre C & D ; laquelle colonne réſiſte à tout le poids d'une colonne d'air qui a pour hauteur toute la hauteur de l'athmoſphere, & qui gravite dans la direction ABHCD. Nous ferons voir ailleurs qu'une colonne d'air qui a pour hauteur la hauteur de l'athmoſphere, égale en peſanteur une colonne de mercure de même diametre, & d'environ trente pouces de hauteur. Ainſi la colonne d'air CD, eſt toujours comprimée par un poids égal au poids d'une colonne de mercure d'environ trente pouces de hauteur. Nous ſuppoſons ici que cette expérience ſe fait dans un lieu peu élevé au-deſſus du niveau de la mer, & dans un tems où l'air eſt très-peſant & très-élaſtique.

II°. Que l'on empliſſe enſuite de mercure, la partie MN du tube, enſorte qu'il s'en forme une colonne MN d'environ trente pouces de hauteur au-deſſus du niveau N*n* : la colonne d'air qui occupoit l'eſpace CD, n'occupera plus que la moitié de cet eſpace, & ſe renfermera toute entiere dans l'eſpace *n*D.

III°. Si l'on emplit encore de mercure la partie MA du tube, enſorte que la colonne NMA ſoit d'environ ſoixante pouces de hauteur ; la colonne d'air *n*D d'un demi-pied de hauteur, ſe comprimera de nouveau, & n'occupera plus qu'un tiers de pied *m*D.

IV°. Si au point B ſe trouve un petit robinet pour laiſſer écouler lentement la colonne BA de mercure ; à meſure que le mercure s'écoulera

& s'abaiſſera ſucceſſivement, la colonne d'air comprimé D*m*, ſe dilatera ſucceſſivement, & reprendra à la fin par elle-même ſon premier volume CD. De toute cette expérience découlera la preuve ſenſible de toute la propoſition ſuivante.

PROPOSITION III.

691. *L'air eſt un corps compreſſible & élaſtique; dont la réaction eſt toujours égale à la force qui le comprime; & dont la denſité croît juſqu'à un certain point, proportionnellement à la force comprimante.*

DÉMONSTRATION. Selon l'expérience que nous venons de rapporter & d'expliquer, (*fig.* 9.)

I°. La colonne d'air CD ſe réduit d'abord à la moitié & enſuite au tiers de ſon volume, occupant d'abord tout l'eſpace CD, enſuite la moitié, & enfin le tiers de ce même eſpace : donc cette colonne d'air CD ſe comprime : donc l'*air eſt compreſſible.*

II°. La colonne d'air CD, comprimée & réduite à un moindre volume par la preſſion de la force comprimante, ſe dilate d'elle-même & reprend ſa premiere figure & ſon premier volume, auſſi-tôt que la force comprimante ceſſe de s'oppoſer à ſa force expanſive : donc cette colonne d'air CD a naturellement un reſſort intrinſeque, une action expanſive & élaſtique : donc l'*air eſt élaſtique.*

III°. La colonne d'air CD, comprimée par une colonne quelconque de mercure MN, & réduite à une portion quelconque de ſon premier volume, eſt encore compreſſible; & cependant elle réſiſte efficacement à une ultérieure compreſſion, juſqu'à ce que la force comprimante MN, qui l'a

réduite au volume nD, augmente & devienne plus grande : donc cette colonne d'air, comprimée juſqu'à un certain point par une force quelconque, a une *force de réaction* égale & oppoſée à la force qui la comprime. Par exemple,

Quand le mercure n'occupe que la partie BHC du tube, la colonne d'air CD n'eſt comprimée que par le poids d'une colonne de l'athmoſphere ; puiſque la peſanteur du mercure BH eſt détruite par la peſanteur égale & oppoſé du mercure CH. Il faut donc que la colonne d'air CD, compreſſible & élaſtique, ſe défende contre la force comprimante, qui eſt le poids d'une colonne d'air égale en hauteur à la hauteur de toute la maſſe de l'air : il faut donc que cette colonne d'air CD ait une réaction comme 1, pour faire équilibre avec la force comprimante comme 1.

Quand cette même colonne d'air CD eſt comprimée à la fois & par la colonne de l'athmoſphere, & par une colonne de mercure N M, égale en peſanteur au poids de l'athmoſphere ; la colonne d'air CD eſt comprimée par un poids ou par une force comme 2, & ſe défend contre la force comprimante ; il faut donc que, réduite à un moindre volume fixe, à la moitié nD de ſon premier volume, elle ait une réaction comme 2, pour faire équilibre ou pour être en état de réſiſter à la force comprimante comme 2.

Quand la même colonne d'air CD eſt comprimée à la fois & par le poids d'une colonne aérienne & par une colonne de mercure N A deux fois plus peſante que la colonne aérienne ; la colonne d'air C D lutte contre un poids ou contre une preſſion comme 3, & ſe dé-

fend contre la force comprimante : il faut donc que réduite à un volume fixe encore moindre que n D, que réduite au tiers m D de ſon premier volume, elle ait une force de réaction comme 3, pour faire équilibre ou pour réſiſter à la force comprimante comme 3, & ainſi de ſuite à l'infini. Donc l'*air comprimé a toujours une réaction égale à la force qui le comprime.*

IV°. La denſité d'un corps eſt ſa maſſe diviſée par ſon volume (202). Quand le mercure n'occupe que la partie BHC du tube ; la colonne d'air CD n'eſt comprimée que par une colonne de l'athmoſphere, laquelle gravite & agit contre elle dans la direction ABHD : cette colonne d'air CD eſt donc comprimée par une force comme 1, occupe un eſpace comme 1, a une denſité comme 1 ; puiſque ſa denſité eſt ſa maſſe m diviſée par $1 = m$.

Quand cette colonne CD eſt comprimée & par une colonne de l'athmoſphere & par une colonne de mercure N M égale en peſanteur à la colonne de l'athmoſphere ; la colonne d'air CD eſt comprimée par une force comme 2, occupe un eſpace comme $\frac{1}{2}$, a une denſité comme 2 : puiſque ſa denſité eſt ſa maſſe m diviſée par $\frac{1}{2} = 2\,m$.

Quand cette colonne d'air CD eſt comprimée & par une colonne de l'athmoſphere & par une colonne NA de mercure deux fois plus peſante que la colonne de l'athmoſphere ; la colonne d'air CD eſt comprimée par une force comme 3, occupe un eſpace comme $\frac{1}{3}$, a une denſité comme 3 : puiſque ſa denſité eſt ſa maſſe m diviſée par $\frac{1}{3} = 3\,m$. Donc *la denſité de l'air comprimé eſt proportionnelle juſqu'à un certain point, à la force qui le comprime.* C. Q. F. D.

692. REMARQUE. Quoique l'air ſe comprime d'abord & ſe condenſe proportionnellement à l'action de la force comprimante ; il eſt aſſez vraiſemblable qu'après un certain degré de compreſſion, l'air ceſſe enfin ou de ſe comprimer, ou de ſuivre en ſe comprimant, l'exacte proportion de la force comprimante.

I°. Si la force comprimante pouvoit réduire l'air à une telle denſité, que toutes les molécules de cet élément euſſent un contact entier & parfait, ſans pores & ſans interſtices ; il eſt évident que toutes les forces poſſibles ne ſauroient opérer une ultérieure compreſſion : parce qu'une ultérieure compreſſion ne pourroit s'opérer que par la voie de la compénétration des molécules primitives & indeſtructibles qui le compoſent ; compénétration qui répugne méchaniquement, & qui ne peut avoir lieu que par la voie du miracle. (*Mét.* 417.)

II°. Dans la plupart des corps compreſſibles & élaſtiques qui ſont ſoumis à nos expériences, la compreſſion, après un certain point, devient toujours de plus en plus difficile à opérer ; & la réſiſtance du corps à comprimer, augmente en plus grande proportion que la force comprimante : de ſorte que ſi une force comme 1 opere d'abord une quantité de compreſſion comme 1, une force comme 100 n'opérera pas à beaucoup près, une quantité de compreſſion & de condenſation comme 100. Il eſt aſſez probable que l'air n'eſt point différent en ce point, du reſte des corps compreſſibles & élaſtiques ; comme nous l'obſerverons encore ailleurs. (742.)

PROPOSITION IV.

693. *L'action ou preſſion de l'air, ainſi que celle des liquides* (621), *s'exerce en tout ſens; de haut en bas, de bas en haut, de gauche à droite.* (fig. 14.)

DÉMONSTRATION. Cette vérité phyſique peut être démontrée en mille manieres & par mille expériences différentes; nous allons choiſir & préſenter celle qui nous paroît la plus ſimple. Soit un vaſe ABCD, d'une figure & d'une capacité quelconque, ouvert ſeulement par les trois petits tuyaux A, B, D: ce dernier a un robinet qu'on ouvre & qu'on ferme à volonté.

I°. Le vaſe étant rempli d'air, & le robinet D fermé, ſi on enfonce le vaſe C perpendiculairement dans l'eau, dans la direction AB, ſans fermer l'ouverture A; l'air ſort du vaſe par le tuyau A, & le vaſe s'emplit d'eau. Mais ſi on bouche avec le doigt l'extrêmité A, pour empêcher l'air intérieur de s'échapper au dehors; le vaſe plongé dans l'eau ne s'emplit point d'eau: parce que l'air intérieur réſiſte par ſon reſſort, à l'eau qui tend à monter dans le vaſe juſqu'à la hauteur de ſa ſurface. Donc l'air enfermé dans le vaſe, pour empêcher l'eau de monter verticalement, doit avoir *une action ou preſſion de haut en bas.*

II°. Le vaſe étant rempli d'eau, & le robinet D fermé, ſi on le tient ſuſpendu perpendiculairement en l'air dans la direction AB ſans fermer l'ouverture A; l'eau s'écoule par le canal B. Mais ſi on bouche avec le doigt le canal A, l'eau ceſſe de couler: parce que l'air extérieur fait autant d'effort pour monter de B

en C, que l'eau en fait pour deſcendre de C en B. Donc l'*air a une action ou preſſion de bas en haut.*

III°. Le vaſe étant rempli d'eau, le robinet D ouvert, & le canal B bouché; ſi on le tient ſuſpendu perpendiculairement en l'air dans la direction A B, ſans fermer le canal A; l'eau coulera & s'échappera par le canal D. Mais ſi on bouche le canal A, l'eau ceſſe de couler en D: parce que l'air extérieur fait autant d'effort pour paſſer de D en C, que l'eau pour paſſer de C en D. Donc l'*air a une action ou preſſion latérale.* C. Q. F. D.

694. REMARQUE. Quand le vaſe plein d'eau eſt ſuſpendu en l'air dans la direction A B, les canaux A & B étant ouverts & le canal D fermé; l'eau eſt preſſée de haut en bas, par une colonne d'air qui enfile le canal A: la même eau eſt preſſée de bas en haut, par une autre colonne d'air de même force, qui enfile le canal B. De ces deux forces égales & oppoſées, l'une augmente & l'autre diminue la gravité ou peſanteur de l'eau: ces deux forces, égales & oppoſées, ſe détruiſent réciproquement (344); & l'eau reſte livrée uniquement à ſa propre gravité, qui la ſollicite à deſcendre & à couler en B.

De même, quand le tuyau D eſt ouvert, auſſi bien que les deux autres tuyaux A & B; la colonne d'air qui enfile le tuyau latéral DC, lutte avec une égale force & contre la colonne d'air ſupérieure & contre la colonne d'air inférieure; ces trois forces, égales & oppoſées en tout ſens, ſe détruiſent réciproquement; & l'eau, livrée à ſa propre gravité, coule à la fois, ſelon l'exigence de ſa gravité, & par le canal B, & par le canal D.

Il eſt indifférent que les trois petits canaux qui communiquent dans l'intérieur du vaſe, ſoient égaux ou inégaux entre eux en capacité : parce que c'eſt une loi générale pour les liquides & pour les fluides, que lorſque leur action s'exerce entre eux par des tubes de communication, les petites colonnes liquides ou fluides faſſent équilibre avec les plus grandes ; comme nous l'avons expliqué ailleurs. (623.)

PROPOSITION V.

695. *La peſanteur & le reſſort de l'air ſont démontrés évidemment par une foule de phénomenes phyſiques, que l'ancienne philoſophie attribuoit ineptement à une chimérique horreur de la nature pour le vuide.*

EXPLICATION. Nous allons développer les principaux phénomenes qui naiſſent de la peſanteur & de l'élaſticité de l'air, moins pour établir de nouveau ces deux propriétés fondamentales, déja ſuffiſamment démontrées, que pour en faire appercevoir & des applications intéreſſantes & des uſages utiles.

LA MACHINE PNEUMATIQUE.

696. DESCRIPTION. La *machine pneumatique*, inventée vers l'an 1654 par Otto de Gueric, conſul ou bourguemeſtre de Magdebourg, perfectionnée enſuite par Boyle, phyſicien Anglois, eſt compoſée : (*fig.* 19.)

I°. D'un *corps de pompe* de cuivre AB, dont la capacité cylindrique eſt vuide & parfaitement polie dans toute ſa hauteur AB.

II°. D'un *piſton cylindrique* B, qui doit monter & deſcendre dans l'intérieur de la pompe, ſans laiſſer aucun paſſage à l'air, entre lui & la ſurface intérieure de la pompe. Ce piſton ſe meut de A en B, & de B en A, par le moyen d'un manche B V que l'on peut conſtruire & diſpoſer de différentes manieres pour l'élever & pour l'abaiſſer.

III°. D'une *platine de cuivre* G H, fixée horiſontalement ſur des ſupports ſolides GN & HM, & couverte d'une ou pluſieurs peaux mouillées, ſur lequelles on poſe le *récipient* ou la cloche de verre EZ. Cette platine, percée au milieu, eſt adaptée à un *petit canal* E A, qui forme une communication entre le récipient & le corps de pompe. Les peaux doivent être auſſi percées dans l'endroit où elles répondent au canal de communication E A.

IV°. D'un *robinet de cuivre* NM, placé entre la platine G H & la pompe A B. La clef R S de ce robinet, parfaitement polie dans ſa ſurface, a la forme d'un cylindre ou d'un cone tronqué, dont le diametre a une ouverture CD, qui dans une poſition correſpond au canal de communication E A, & n'y correſpond plus dans une autre poſition. Cette clef a auſſi une petite rainure, creuſée dans ſa ſurface en longueur R S, laquelle peut auſſi correſpondre ou ne pas correſpondre au canal de communication qui ſe trouve entre la pompe & la platine. Nous allons expliquer le jeu & les effets de cette célebre machine, à laquelle la phyſique doit tant de lumieres.

697. EXPLICATION. I°. Après avoir placé le récipient ſur la platine, de telle ſorte que l'air

extérieur ne puiſſe s'y inſinnuer ; il faut diſpoſer la clef N de telle façon que l'ouverture diamétrale C D concoure avec l'ouverture du canal de communication E A : la rainure R S ſera ſur les côtés, & ne communiquera ni avec le récipient ni avec la pompe. Tout étant ainſi diſpoſé ; que le piſton, garni en deſſus & en deſſous de feutres graiſſés & huilés, deſcende de A en B : il chaſſe devant lui, tout l'air qui étoit dans le corps A B de la pompe. Que doit-il arriver delà ? L'air du récipient, qui étoit comprimé par toute la colonne correſpondante de l'athmoſphere, au tems où il a été enfermé ſous le récipient, ſe débande & ſe déploie par ſon reſſort ; & ſe précipite par l'ouverture E, dans le corps A B de la pompe, où il n'y a point d'air qui l'empêche de ſe dilater & de ſe débander.

Suppoſons que la capacité E du récipient, & la capacité AB de la pompe, ſoient parfaitement égales : la moitié de l'air reſtera dans le récipient, & l'autre moitié deſcendra dans la pompe. Le récipient ſera déja preſſé contre la platine, par la moitié du poids de la colonne aérienne qu'il ſupporte ; puiſque l'air qu'il contient, après la deſcente du piſton, eſt diminué de moitié en denſité, & par là même en réaction. Quand on a mis le récipient ſur la platine, l'air enfermé ſous le récipient, faiſoit équilibre par ſa réaction, à toute la colonne d'air qui preſſe ce récipient : mais ce même air, partagé également entre le récipient & la pompe, a perdu la moitié de ſa denſité, & par conſéquent la moité de ſa force réagiſſante, qui eſt toujours proportionnelle à ſa denſité. (691.)

II°. Pour raréfier davantage l'air qui reſte encore dans le récipient après ce premier coup de piſton ; que l'on tourne la clef du robinet, en telle ſorte que l'ouverture CD qui étoit verticale, devienne horiſontale ; & que la rainure RS réponde à la partie inférieure du canal de communication du côté de la pompe. L'air extérieur, plus condenſé de moitié que celui qui eſt dans le récipient & dans la pompe, ne peut pénétrer dans le récipient E, & peut pénétrer dans la pompe AB par le moyen de la petite rainure : l'air extérieur ſe précipitera donc impétueuſement dans la pompe AB, juſqu'à ce que l'air renfermé dans la pompe ſoit auſſi fort par ſa réaction, que l'air extérieur l'eſt par ſa preſſion.

Que le piſton remonte de B en A : tout l'air, qui étoit dans la pompe AB, eſt chaſſé par le piſton, & s'échappe par la rainure NM ; comme il eſt facile de le ſentir, en préſentant la main à cette ouverture. Que l'on tourne encore la clef ou le robinet, de maniere que l'ouverture CD devienne verticale & concoure avec le canal de communication EA : aucun air ne peut entrer ſous le récipient ; parce qu'il n'y en a point dans la pompe, avec laquelle ſeule le récipient a communication. Qu'alors le piſton deſcende encore de A en B : il ſe fait un nouveau vuide dans la pompe AB ; & l'air renfermé ſous le récipient, par ſa force élaſtique & expanſive, ſe dilate & ſe déploie encore comme auparavant, & ſe précipite dans le corps AB de la pompe, où il n'y a point d'air qui lui réſiſte ; juſqu'à ce qu'il ſe ſoit encore partagé & diſtribué également dans ces deux eſpaces, dans la capacité du récipient & dans celle de la pompe, que nous avons

avons ſuppoſé & que nous ſuppoſons encore égales. Il n'y aura donc plus ſous le récipient, qu'un quart de l'air primitif, ou de l'air qui y étoit avant la premiere deſcente du piſton; & le récipient ſupportera les trois quarts de la preſſion de la colonne aérienne, qui gravite ſur lui: parce que l'air qu'il renferme & qui réagit encore, n'ayant que le quart de ſa denſité primitive, n'a que le quart de ſa premiere force de réaction. (691.)

III°. Si l'on fait encore monter & deſcendre pluſieurs fois le piſton de la même maniere; l'air contenu ſous le récipent continuera toujours par ſa force expanſive, à ſe partager & à ſe diviſer proportionnellement entre le récipient & la pompe: & cet air, qui avant le premier coup de piſton, avoit une denſité & une force comme 1; en vertu de laquelle il faiſoit équilibre par ſa réaction à toute la colonne qui le preſſoit; après les divers coups de piſton qui le diviſent ſucceſſivement en moitiés, aura ſucceſſivement une denſité & une force comme $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{32}$, $\frac{1}{64}$, $\frac{1}{128}$, $\frac{1}{256}$, &c. On ſuppoſe que la machine eſt dans ſa plus grande perfection poſſible: ce qu'on ne doit jamais attendre dans la pratique.

698. REMARQUE I. On voit, par cette théorie pratique, qu'en produiſant le vuide par le moyen de la machine pneumatique, on ne peut jamais produire un vuide parfait: puiſqu'indépendamment de la matiere plus ſubtile que l'air, qui paſſe librement à travers les pores de la pompe & du récipient; après tous les coups de piſton poſſibles, on n'aura jamais fait que diviſer la maſſe primitive d'air en portions de plus en raréfiées, de plus en plus petites.

I°. Dès qu'on a produit le vuide, le récipient eſt fortement adhérent à la platine. Cette adhérence a pour cauſe la peſanteur de toute la colonne d'air que ſupporte le récipient. Pour ſéparer le récipient de la platine, il faudroit, ſi le vuide étoit parfait, une force capable de ſoulever une colonne d'eau d'environ trente-deux pieds de hauteur & de même baſe que le récipient.

II°. Si l'on fait rentrer l'air ſous le récipient, l'adhérence ceſſe : parce que l'air intérieur, preſſé par l'air extérieur, ſe comprime, ſe condenſe, & acquiert une réaction préciſément égale à la preſſion de la colonne aérienne qui gravite ſur le récipient. L'air qui eſt ſous le récipient, tend donc à porter le récipient vers le zénith, autant que l'air extérieur tend à le précipiter vers le centre de la terre : ces deux forces, égales & oppoſées, ſe détruiſent réciproquement ; & le récipient reſte livré à ſa ſimple gravité propre.

III°. Il reſte cependant encore une petite adhérence entre le récipient & la platine, quand après avoir pompé l'air, on le rend en liberté au récipient. Cette petite adhérence eſt occaſionnée par un plus intime contact, qu'a donné aux parties du verre, du cuir & de la platine, la preſſion de l'air extérieur & l'échappement de l'air intérieur : ce qui confirme l'explication que nous avons donnée ailleurs, de la cauſe de la ſolidité (221). La même adhérence a lieu dans la machine de Magdebourg, & la même explication en rend raiſon.

699. REMARQUE II. On peut pratiquer, dans la partie ſupérieure de la cloche de verre EZ,

une petite ouverture circulaire, où paſſera & qu'emplira exactement une petite baguette cylindrique de cuivre T Z. (*fig.* 15.)

Cette ouverture, garnie en dehors & en dedans de cuirs & de feutres huilés & graiſſés, laiſſera deſcendre & monter de Z en E la baguette cylindrique parfaitement égale & polie T Z, ſans donner paſſage à l'air extérieur. Par le moyen de cette baguette crochue en Z, on pourra élever & abaiſſer, unir & ſéparer, des corps placés ſous cette cloche plus ou moins grande, ſans détruire le vuide dans lequel on opere : ce qui eſt d'une grande utilité dans une foule d'expériences curieuſes & intéreſſantes. On en verra déja une application dans la machine ſuivante.

LA MACHINE DE MAGDEBOURG.

700. DESCRIPTION. Soient deux hémiſpheres creux A & B, de cuivre ou de telle autre matiere ſolide & impénétrable à l'air, qui puiſſent s'unir parfaitement par leur équateur, & dont l'un ait un canal B *m n*, qui puiſſe s'ouvrir & ſe fermer à volonté par le moyen d'un robinet C, percé par le milieu, pour qu'on puiſſe pomper l'air contenu dans leur capacité : c'eſt la *machine de Magdebourg*, ainſi nommée, parce qu'elle fut inventée en cette ville. (*fig.* 16.)

I°. Que l'on applique l'un contre l'autre ces deux hémiſpheres, en interpoſant entre leurs cercles contigus, qui forment leur équateur, & qui doivent être parfaitement polis, une peau mouillée, percée par le milieu ; & qu'après avoir poſé le canal B *m n* ſur la platine E de la

machine pneumatique, on pompe l'air qui eſt contenu dans leur capacité, le plus parfaitement qu'il eſt poſſible. (*fig.* 15, 16, 19.)

Après qu'on aura produit le vuide dans l'intérieur de cette machine, ce que l'on fait en faiſant jouer le piſton de la machine pneumatique, & en ouvrant & fermant à propos le robinet C de la machine de Magdebourg; l'air environnant, qui agit en tout ſens contre ces deux hémiſpheres A & B, ſans que ſon action ſoit détruite par la réaction oppoſée de l'air intérieur qu'on a ſoutiré, les preſſera l'un contre l'autre avec une très-grande force, avec une force capable de réſiſter à la peſanteur d'un corps P de deux ou trois cents livres; ſelon que le vuide eſt plus parfait, que le diametre des deux hémiſpheres eſt plus grand, & que la colonne qui les preſſe & les applique l'un contre l'autre, eſt plus conſidérable.

II°. Si ſous une grande cloche de verre, on ſuſpend en Z, la machine de Magdebourg A B, vuide d'air, & chargée d'un poids P incomparablement moindre que celui qu'elle pourroit ſoutenir en plein air; dès qu'on a pompé l'air du récipient, les deux hémiſpheres A & B ſe ſéparent l'un de l'autre: parce que la cauſe qui les uniſſoit &, qui les appliquoit l'un contre l'autre, ſavoir, la preſſion de l'air, s'affoiblit & ceſſe enfin, à meſure qu'on produit le vuide ſous la cloche de verre. L'air raréfié ne preſſe plus l'un contre l'autre ces deux hémiſpheres, avec la même force qu'il avoit étant plus denſe.

III°. La machine de Magdebourg étant vuide d'air & fortement adhérente, ſi on fixe horiſontalement l'hémiſphere inférieur B ſur la platine

& ſous la cloche d'une machine pneumatique, & que l'hémiſphere ſupérieur A ſoit fixe au crochet Z : (*fig.* 15.)

Après qu'on aura produit le vuide ſous le récipient, on élevera aiſément dans la direction Z T l'hémiſphere ſupérieur A, qui ſe ſépare ſans grande réſiſtance de l'hémiſphere inférieur B.

Mais ſi, après avoir ſéparé ces deux hémiſpheres dans le vuide, on les applique encore l'un contre l'autre dans le même vuide, par le moyen de la baguette mobile TZ; en rendant l'air extérieur à la cloche de verre, on rend aux deux hémiſpheres leur adhérence primitive : parce que l'intérieur du globe étant comme vuide d'air à l'inſtant où les deux hémiſpheres s'uniſſent intimément; l'air qui entre ſous le récipient & qui ne peut entrer dans l'intérieur du globe, emploie toute ſa force à preſſer l'un contre l'autre les deux hémiſpheres comme auparavant.

ASCENSION DES LIQUIDES DANS LE VUIDE.

701. EXPÉRIENCE I. Sous la cloche d'une machine pneumatique, mettez une cuvette MN pleine d'eau; & ſur cette cuvette, un long tube cylindrique de verre AB, ouvert en B, fermé hermétiquement en A, & perpendiculaire à la ſurface de l'eau dans laquelle il eſt plongé juſqu'à une petite profondeur. (*fig.* 12.)

I°. Avant qu'on faſſe le vuide ſous la cloche de verre, l'air enfermé dans le tube cylindrique AB, ne s'échappe point au dehors : parce que l'air extérieur à ce tube, en preſſant la ſurface de l'eau, réſiſte à la force élaſtique & expanſive

de l'air enfermé dans le tube, qu'il égale & qu'il détruit. L'eau ne monte point dans le tube BA : parce que l'action de l'air extérieur, qui tend à l'y élever, eſt détruite par l'action égale & oppoſée de l'air enfermé dans le tube, qui tend à l'en exclure. Ces deux forces, l'action de l'air extérieur & la réaction de l'air intérieur, étant égales & oppoſées, leur effet doit être nul.

II°. Si on produit le vuide ſous le récipient, par le moyen d'une pompe pneumatique dont la capacité ſoit parfaitement égale à la capacité du récipient ; après le premier coup de piſton, l'air du récipient eſt raréfié de moitié (697). Que doit-il réſulter delà ? L'air contenu dans le cylindre AB, plus denſe de moitié que l'air environnant ſous le récipient, s'ouvre un paſſage, par ſon excès de force expanſive & élaſtique, à travers la maſſe de l'eau ; & ſe met en équilibre avec la maſſe d'air contenue ſous le récipient & dans la pompe : de ſorte que ſi la capacité du tube AB eſt comme nulle en comparaiſon de la capacité de la pompe & du récipient, l'air qui reſte dans le tube AB ne doit plus avoir que la moitié de la denſité & de la maſſe qu'il avoit auparavant.

III°. Si après le premier coup de piſton, qui a raréfié de moitié l'air du récipient & du tube AB, on ouvre le robinet de la machine pneumatique ; l'air extérieur rentre ſous le récipient, ſans pouvoir rentrer dans le tube BA, dont l'ouverture eſt plongée dans l'eau ; mais il éleve dans le tube BA, une colonne d'eau BR, qui emplit la moitié de ce tube BA : de ſorte que l'air qui s'eſt échappé du ſein du tube, eſt remplacé par une quantité d'eau de même volume

préciſément ; & que l'air reſtant RA, reprend & conſerve ſa premiere denſité dans le tube, dès que l'air environnant exerce en liberté ſon action & ſa preſſion ſur la ſurface de l'eau MN.

IV°. Si on raréfie l'air du récipient, de telle ſorte qu'il ſoit réduit à un quart de ſa denſité primitive ; l'air ſe raréfie de même dans le petit cylindre AB : & quand la raréfaction ceſſe dans dans l'air du récipient, il s'éleve dans le cylindre AB, une colonne d'eau BS, qui emplit les trois quarts de ſa capacité.

702. COROLLAIRE. Il réſulte de cette expérience, que *le volume d'eau qui s'éleve dans un tube où l'air a été raréfié, eſt préciſément égal au volume d'air qui s'en eſt échappé.* La quantité d'eau qui s'éleve au-deſſus de ſa ſurface dans un tel tube, peut donc ſervir à meſurer la quantité de raréfaction qu'a ſouffert la maſſe de l'air qu'elle remplace : & réciproquement, ſi la colonne d'eau BR élevée dans le tube, s'abaiſſe & diminue, cette diminution meſurera la quantité d'augmentation qu'acquiert la maſſe de l'air enfermé dans le tube. On ſuppoſe ici que ce tube AB a moins de trente ou trente-deux pieds de hauteur.

703. EXPÉRIENCE II. (*fig.* 12.) Soit AB un tube non capillaire de verre, de 40 ou 50 pieds de hauteur, poſé ſur une planche à la maniere ordinaire des barometres, fermé en A & ouvert en B. Qu'après avoir placé ce tube dans une direction un peu inclinée à l'horiſon, on l'empliſſe d'eau par l'ouverture B : qu'on lui donne enſuite une direction verticale, dans une grande cuvette MN pleine d'eau. Qu'arrivera-t-il ? L'eau contenue dans ce tube ne s'y ſoutiendra point

en colonne à la hauteur de 40 ou 50 pieds; mais elle deſcendra & refluera dans la cuvette, juſqu'à ce qu'elle n'ait plus en R dans le tube, qu'environ trente-deux pieds de hauteur au-deſſus du niveau MN. Alors elle ceſſera de deſcendre plus bas; ſe ſoutiendra perſévéramment à la même hauteur, avec quelques petites alternatives en plus & en moins; laiſſera au-deſſus du point R un grand vuide RA, où il n'y aura ni air ni eau.

Si ce tube, au lieu d'être rempli d'eau, étoit rempli de mercure, & poſé verticalement ſur une cuvette pleine de mercure; la colonne de mercure BV ne ſe ſoutiendroit qu'à environ deux pieds & demi au deſſus du niveau MN; & laiſſeroit au-deſſus, un grand vuide VA, où il n'y auroit ni air, ni mercure.

On conçoit aiſément que le tube AB peut être indifféremment ou de verre, ou de fer-blanc, ou de telle autre matiere qu'on voudra. Pour rendre plus facile cette expérience, on peut le faire de fer-blanc, d'un ou deux pouces de diametre, ou de telle autre capacité qu'on voudra. L'extrêmité de ce tube, quelle qu'en ſoit la figure, cylindrique, ou conique, ou irréguliere, étant plongée perpendiculairement dans un puits, ou dans tel autre baſſin plein d'eau, on bouchera l'ouverture B; on emplira d'eau le tube juſqu'en A; on bouchera enſuite hermétiquement l'ouverture A; & on débouchera l'ouverture B. Alors l'eau deſcendra & ſe ſoutiendra en R, à environ trente-deux pieds au-deſſus de la ſurface du baſſin; comme on pourra le voir, en pratiquant en R une longue ouverture perpendiculaire, à laquelle on maſtiquera une feuille de verre de

quelques pouces de hauteur. On obſervera de même, que le mercure deſcend & ſe ſoutient en V, à environ deux pieds & demi au-deſſus de la ſurface du mercure.

EXPLICATION. I°. La colonne d'eau ſe ſoutient en R, à environ trente-deux pieds au-deſſus de ſon niveau : parce que la preſſion de l'air extérieur lutte contre la peſanteur de cette colonne d'eau, avec une force égale & oppoſée à la peſanteur de l'eau. L'air extérieur qui gravite en tout ſens ſur la ſurface MN du baſſin, fait autant d'effort pour monter de B en R, que la colonne d'eau en fait pour deſcendre de R en B : ces deux forces égales & oppoſées ſe détruiſent perſévéramment, & l'équilibre ſubſiſte. La colonne d'eau RB ne peut s'abaiſſer, ſans devenir plus foible que la force oppoſée qui tend à l'élever & qui la ſoutient à une hauteur marquée. La colonne d'eau RB ne peut s'élever, ſans acquérir plus de maſſe, & par là même plus de force motrice, que n'en a la colonne d'air oppoſée, laquelle doit céder juſqu'à ce que l'égalité ait lieu. Delà la deſcente de l'eau dans le tube AR, juſqu'à environ trente-deux pieds au-deſſus du niveau MN, où l'action de la colonne d'eau & la réaction de la colonne d'air ſont préciſément égales.

II°. Le mercure deſcend & ſe ſoutient beaucoup plus bas que l'eau dans le même tube en V, à environ deux pieds & demi au-deſſus du niveau du mercure MN : parce que le mercure, ayant beaucoup plus de denſité que l'eau, a beſoin d'une moindre hauteur pour faire équilibre à la force qui élevoit l'eau & qui l'éleve lui-même dans le tube ; ſavoir, à la preſſion de la colonne

aérienne qui gravite ſur le baſſin MN. Le mercure, à égalité de volume, a environ quatorze fois plus de maſſe que l'eau : il faut donc que ſa colonne ait environ quatorze fois moins de hauteur que la colonne d'eau, pour réſiſter & pour faire équilibre à la même force oppoſée. Delà une plus grande deſcente dans le mercure que dans l'eau.

704. COROLLAIRE. Il réſulte de cette expérience, que *les liquides ne ſe ſoutiennent point à toute hauteur dans le vuide ; & qu'ils ne ſe ſoutiennent au-deſſus de leur niveau, qu'à la hauteur qu'ils doivent avoir pour faire équilibre par leur maſſe, avec la colonne aérienne dont la preſſion lutte contre eux.* Cette hauteur doit donc être différente, ſelon la différente denſité des liquides ſoutenus dans le vuide, moindre dans les plus denſes, plus grande dans les moins denſes, en raiſon inverſe des denſités.

Dans le tems où l'on attribuoit encore l'aſcenſion des liquides dans le vuide, à l'horreur de la nature pour le vuide, Galilée fut fort étonné de voir que cette horreur de la nature pour le vuide avoit des bornes ; que ces bornes varioient ſelon la différente denſité des liquides : que dans un tube de cinquante ou ſoixante pieds, empli d'eau, l'horreur pour le vuide n'élevoit l'eau qu'à trente-deux pieds ; & que le vuide ſupérieur, d'environ vingt ou trente pieds, ne révoltoit plus la nature : que dans le même tube, empli de mercure, l'horreur pour le vuide n'élevoit le mercure qu'à environ deux pieds & demi ; & que le vuide ſupérieur, de plus de quarante ou cinquante pieds, ne donnoit plus d'action à la nature. Cette obſervation, bien conſtatée &

bien vérifiée, fit évanouir la cauſe fabuleuſe, & découvrir la vraie cauſe de l'aſcenſion des liquides dans le vuide. La preſſion de l'air dut élever les différents liquides à différentes hauteurs, en raiſon inverſe de leurs denſités; & jamais à une hauteur ſupérieure à celle que peuvent produire ſon poids & ſon reſſort.

LA SERINGUE.

705. DESCRIPTION. Soit une *ſeringue* de verre ABC, munie de ſon piſton D, qui empliſſe parfaitement la capacité cylindrique de la ſeringue. (*fig.* 23.)

I°. Si on plonge verticalement dans l'eau la ſeringue, il n'y entre point, ou preſque point d'eau: parce que l'air intérieur DB, s'il en reſte entre le piſton & le fond de la ſeringue, réſiſte efficacement par ſon reſſort, à la preſſion de l'air extérieur qui fait effort pour y faire entrer l'eau. La preſſion de l'air extérieur & la réaction de l'air intérieur étant deux forces égales & oppoſées, leur effet eſt nul; & l'eau n'eſt ſollicitée par aucune force à s'élever dans le corps de la ſeringue.

II°. Si pendant que la ſeringue eſt plongée dans l'eau, on retire le piſton de D en A; il entre dans la ſeringue un volume d'eau préciſément égal au volume d'eſpace vuide qu'à abandonné le piſton, lequel, en paſſant de D en A, chaſſe devant lui tout l'air DA. La raiſon en eſt, que la preſſion de l'air extérieur force l'air intérieur DB, qui avoit été dilaté par l'éloignement du piſton, à reprendre ſa premiere denſité: ce qu'il ne peut faire qu'en élevant dans la ſeringue,

par ſa preſſion ſur la ſurface de l'eau, un volume d'eau égal à l'eſpace qu'a parcouru le piſton en paſſant de D en A. (702.)

III°. Quoiqu'il y ait un volume d'air entre le piſton & l'eau, ſi, après avoir tiré la ſeringue hors de l'eau, on pouſſe rapidement le piſton de A vers D; l'eau jaillira avec violence par l'orifice C, quoique le piſton ne touche point l'eau: parce que l'air comprimé & condenſé entre le piſton & l'eau, a beaucoup plus de reſſort & de force expanſive que l'air extérieur (691); & force l'eau à s'échapper par l'ouverture C, malgré la réſiſtance que lui oppoſe l'action plus foible de l'air extérieur en C, juſqu'à ce que la force conſtante de l'air extérieur égale la force décroiſſante de l'air intérieur.

LE BAROMETRE.

706. DESCRIPTION. Soit un tube de verre GMH, d'environ trois pieds de hauteur, de deux ou trois lignes de diametre, ouvert uniquement au point H. Que par cette ouverture H, on empliſſe d'un mercure très-pur, le tube MG, en l'inclinant d'une maniere convenable pour que le poids du mercure faſſe ſortir exactement tout l'air qui y étoit contenu. Que l'on donne enſuite à ce tube une ſituation verticale, ce ſera un *baromètre;* inſtrument dont l'invention eſt due à Torricelli, diſciple de Galilée, vers l'an 1643. (*fig.* 21.)

EXPLICATION. I°. Le mercure deſcendra du point G vers A, d'une certaine quantité GA, qui reſtera vuide d'air & de mercure. En deſcendant de la quantité GA, le mercure refluera dans la

boule NH, laquelle doit être emplie de mercure juſqu'à la hauteur DN de ſon plus grand diametre. Si le mercure montoit plus haut que N, il faut faire ſortir l'excédent ; & s'il montoit moins haut, il eſt à propos d'ajouter ce qui manque. Le niveau DN eſt le point d'où l'on commence à compter l'élévation de la colonne DA : la partie DM n'eſt comptée pour rien, parce que DM fait équilibre avec NM.

II°. La colonne AD de mercure, dans ſa hauteur moyenne à Paris, demeure ſuſpendue à vingt-ſept pouces & demi au-deſſus du niveau DN. Quelle force ſoutient cette colonne DA, à cette élévation d'où ſa peſanteur la ſollicite perſévéramment à deſcendre ? Il eſt évident que cette force, qui fait équilibre avec la colonne de mercure & qui l'empêche de deſcendre, ne peut être que la colonne d'air qui exerce ſa preſſion ſur la ſurface N du mercure, & qui tend à monter dans le tube dans la direction HMG, avec autant de force que la colonne de mercure tend à deſcendre dans la direction AMH. Il eſt évident qu'une colonne d'air, qui fait équilibre à une colonne de mercure, a autant de peſanteur que cette colonne de mercure : il eſt donc évident que l'air a une peſanteur.

III°. La colonne de mercure DA n'aura pas toujours exactement la même élévation : elle deſcendra ſucceſſivement de A en B, de B en C ; pour remonter enſuite de C en B, & de B en A ; ſelon que la colonne d'air qui lui fait équilibre, ſe trouve actuellement plus ou moins peſante & élaſtique. La colonne AD de mercure s'abaiſſe, quand la preſſion de l'air ſur la ſurface N, devient plus foible : la colonne DC de mercure

s'éleve, quand la preſſion de la colonne aérienne ſur le mercure N devient plus grande: de ſorte que l'action ou peſanteur de la colonne de mercure, égale toujours la preſſion ou réaction actuelle de la colonne d'air oppoſée. La hauteur moyenne DB de la colonne de mercure, eſt de vingt-ſept pouces & demi à Paris: elle eſt un peu moindre à Beſançon, & un peu plus grande à Marſeille & à Dunkerque au niveau de la mer.

IV°. Si on porte ſucceſſivement ce barometre à différentes hauteurs ſur une montagne (quoique pendant le tems de ce tranſport, la peſanteur & le reſſort de l'air ne ſouffrent aucun changement; ce dont on peut s'aſſurer, en laiſſant un barometre ſemblable & un obſervateur attentif au pied de la montagne); on s'appercevra que la colonne de mercure DA, deviendra toujours plus courte, à meſure que l'on montera plus haut. La raiſon en eſt, que la colonne aérienne, qui fait équilibre avec la colonne de mercure DA, eſt plus courte, & par là même moins peſante & moins élaſtique, au haut de la montagne, qu'au bas de la même montagne.

V°. Si on met le même barometre ſous le récipient d'une machine pneumatique (*fig.* 20); & que la pompe & le récipient hermétiquement fermé en N, ſoient préciſément d'égale capacité: après le *premier coup* de piſton, l'air contenu ſous le récipient, aura perdu la moitié de ſa denſité (697), & par là même la moitié de la preſſion qu'il exerçoit contre la colonne de mercure ſuſpendue dans le tube: en conſéquence, la colonne de mercure deſcendra de la moitié de ſa hauteur, de A en B; par exemple, de vingt-huit pouces à quatorze. Après le *ſecond coup* de piſton,

l'air du récipient aura encore perdu la moitié de ſa denſité & de ſa preſſion reſtantes: en conſéquence, la colonne de mercure deſcendra encore de la moitié de ſa hauteur reſtante, de B en F, de 14 pouces à 7. Après le *troiſieme coup* de piſton, l'air du récipient, raréfié encore de moitié, perdra la moitié de ſa force reſtante; & le mercure deſcendra encore dans le tube, de la moitié de ſa derniere hauteur, de ſept pouces à trois & demi. Ce fait bien conſtaté, & facile à vérifier, peut-il laiſſer quelque doute ſur la cauſe qui ſoutient la colonne de mercure dans le tube vuide d'air? Selon M. Nollet, une bonne machine pneumatique fait deſcendre & ſoutient la colonne de mercure à une ligne au-deſſus du niveau CD, comme il l'a fait & éprouvé lui-même. Mais auſſi-tôt qu'on permet à l'air extérieur de rentrer ſous le récipient, le mercure remonte avec rapidité dans le tube, & reprend ſa hauteur précédente. (*fig.* 20.)

VI°. Si au lieu de raréfier l'air dans le récipient CDMN, on le condenſe; le mercure s'éleve dans le tube MA proportionnellement à la denſité de l'air du récipient. Par exemple, que le tube vuide MA ait environ 120 pouces de hauteur; & que le récipient CDM ſoit tellement fixé à la platine, que l'air qu'on y condenſera, ne puiſſe l'en ſéparer: le mercure, livré à la preſſion de l'air extérieur, ſe ſoutiendra dans le tube vuide à environ 28 pouces de hauteur. Que par le moyen d'une pompe pneumatique on faſſe entrer ſous le récipient CDM, une quantité d'air égale à celle qui y étoit déja: le mercure s'élevera & ſe ſoutiendra dans le tube à une hauteur double, à 56 pouces. Si l'air du récipient CDM

devient quatre fois plus denſe, la colonne de mercure s'élevera & ſe ſoutiendra à une hauteur quatre fois plus grande, à 112 pouces de hauteur au-deſſus de ſon niveau CD. Donc le reſſort de l'air eſt la cauſe qui ſoutient le mercure dans le vuide: donc la force du reſſort de l'air eſt proportionnelle à ſa denſité.

707. REMARQUE I. Si on ferme hermétiquement le barometre GMH au point H, quand la colonne de mercure eſt élevée juſqu'au point A; la colonne DA de mercure ſe ſoutiendra toujours invariablement à la même hauteur ſous un même degré de chaud & de froid: ſoit qu'on porte ce barometre au ſommet des plus hautes montagnes; ſoit qu'on le place ſous le récipient d'une machine pneumatique, vuide d'air. (*fig.* 21.)

La raiſon en eſt, que le petit volume d'air NH, qui lutte contre la ſurface du mercure, conſerve éternellement la même réaction qu'il avoit au moment où l'ouverture H a été fermée. Cet air renfermé ne preſſe plus le mercure en vertu de la peſanteur des colonnes de l'athmoſphere, avec leſquelles il n'a plus de communication: mais il preſſe le mercure en vertu de la réaction qu'il avoit, lorſqu'il étoit comprimé par toute la peſanteur de la colonne de l'athmoſphere à laquelle il répondoit, quand la communication a été rompue. De cette expérience, connue de tout le monde, découlent les deux corollaires que nous allons développer.

708. COROLLAIRE I. *L'air ſe comprime par ſon propre poids, & acquiert par cette compreſſion, une réaction égale à l'action ou à la peſanteur de toute la colonne aérienne qui le comprime.* (fig. 20.)

DÉMONSTRATION.

DÉMONSTRATION. Avant qu'on ait fermé l'ouverture H, l'air intercepté entre H & N, n'eſt comprimé que par la peſanteur des colonnes aériennes qui luttent contre lui; peſanteur égale à la peſanteur de la colonne de mercure DA, avec laquelle elles faiſoient équilibre.

Après qu'on a fermé l'ouverture H, ce même air NH fait encore équilibre avec la même colonne de mercure DA; qu'il ſoutient préciſément à la même hauteur, non en vertu de ſon poids qui eſt comme nul, mais en vertu de ſa ſeule réaction, qui doit être néceſſairement égale au poids de la colonne aérienne qui le comprimoit; puiſqu'elle produit le même effet, ſavoir, la ſuſpenſion de la colonne de mercure, qui deſcendroit de A en H, ſi l'air NA ne s'oppoſoit efficacement & perſévéramment à l'action de ſa peſanteur. C. Q. F. D.

709. COROLLAIRE II. *L'élaſticité de l'air eſt une élaſticité parfaite, & dans ſon intenſité, & dans ſa durée.* (fig. 21.)

DÉMONSTRATION. Dans le barometre hermétiquement fermé en H, le petit volume d'air NH, après dix ou vingt ans, produit toujours, dans la même température, le même effet, ſavoir, la même élévation dans la colonne de mercure DA: donc le reſſort de l'air eſt un reſſort parfait & durable, qui répond & pleinement & perſévéramment à la cauſe qui l'a produit.

Quand le barometre fermé eſt placé dans un air plus chaud, la colonne de mercure monte plus haut que A: parce que le volume de l'air HN, & le volume du mercure NMA, ſe dilatent, & que le reſſort de l'air s'augmente par la

chaleur. Quand le barometre fermé eſt placé dans un air plus froid, la colonne de mercure deſcend plus bas que A : parce que l'air & le mercure ſe condenſent par le froid, & ſe réduiſent de part & d'autre à un moindre eſpace, & à un moindre volume.

Le reſſort de l'air differe du reſſort de la plupart des corps, dont la réaction n'eſt ni perſévéramment durable, ni parfaitement égale à la cauſe qui la produit. Par exemple, une verge d'oſier que l'on courbe, ne remet jamais parfaitement toutes ſes parties dans leur état primitif, quand la cauſe qui a produit la courbure, eſt ôtée. Si cette même verge d'oſier reſte long-tems courbée, ſon reſſort intrinſeque ne lui rend plus ſa premiere figure ; elle reſte courbée, quoiqu'il n'y ait plus de cauſe appliquée à produire la courbure : parce que les agents qui produiſoient intérieurement la force élaſtique dans cette verge d'oſier, ont changé, ou ſe ſont diſſipés. L'air au contraire, eſt compoſé de molécules qui tendent, & univerſellement, & indeſtructibſement, à reprendre la ſituation primitive qu'elles appetent.

710. REMARQUE II. Le *barometre* (*) marque exactement les changements de peſanteur ou de reſſort dans l'air extérieur avec lequel il communique par l'ouverture H : puiſque la colonne de mercure DA s'éleve plus ou moins, ſelon que l'air extérieur eſt plus ou moins peſant, plus ou moins élaſtique. (*fig.* 21.)

(*) ETYMOLOGIE. *Barometre*, meſure du poids de l'air ; de βάρος, *pondus* ; & de μέτρον, *menſura*. La colonne de mercure donne le poids d'une colonne d'air d'égal diametre, & qui a pour hauteur, la hauteur de l'atmoſphere.

Mais le barometre ne marque pas avec la même exactitude, les changements de tems plus ou moins prochains, plus ou moins éloignés. Nous avons obſervé le barometre avec aſſez de ſoin pendant pluſieurs années, en Dauphiné & en Franche-Comté; & nous avons vu quelquefois la plus grande élévation, compagne ou voiſine du mauvais tems; aſſez fréquemment la plus petite élévation, compagne ou voiſine du beau tems; la hauteur moyenne, compagne indifféremment, pendant des ſemaines & des mois entiers, du beau & du mauvais tems. Nous avons remarqué auſſi que les barometres les plus communs, que les colporteurs vendent au plus vil prix, ſont tout auſſi propres à annoncer les changements de tems, que les plus grands & les plus excellents barometres: parce que les premiers, quoiqu'ils s'élevent communément moins haut, montent & deſcendent proportionnellement, comme les derniers; ſelon que la peſanteur & l'élaſticité actuelles de l'athmoſphere ſouffrent des changements en plus & en moins. Les premiers & les derniers, ſéparés de l'aſpect du ciel & des autres indices qu'on peut avoir d'ailleurs, ſont des garants du beau ou du mauvais tems, ſur leſquels on ne peut guere parier qu'un contre un, ſur-tout au printems & en automne.

LA FONTAINE DE COMPRESSION.

711. DESCRIPTION. Soit un vaſe ABGH, hermétiquement fermé de toute part, & empli d'eau juſqu'à une certaine hauteur R. Que l'on adapte à ce vaſe une pompe ND, qui ait une ouver-

ture en X pour recevoir l'air extérieur ; & une ſoupape appuyée ſur le reſſort R, pour donner paſſage à l'air de la pompe XD dans l'intérieur du vaſe. (*fig.* 24.)

I°. Quand le piſton N deſcendra de N en D, il comprimera l'air contenu dans la capacité XD de la pompe. Cet air comprimé avec violence, acquerra une force de réaction égale à la force qui le comprime (691) ; & forcera le reſſort R à lui céder, à laiſſer entr'ouvrir la ſoupape qu'il tenoit fermée, à lui donner paſſage dans l'intérieur du vaſe. Quand cet air comprimé s'eſt ouvert un paſſage dans l'intérieur du vaſe, le reſſort R continue à fermer la ſoupape, & empêche l'air intérieur de s'échapper au-dehors.

II°. Quand le piſton ſera remonté de D en N, l'air extérieur ſe précipitera dans la pompe vuide XD, par l'ouverture X ; & le piſton continuant à deſcendre & à remonter à différentes repriſes dans le corps de la pompe XD, accumulera dans l'intérieur du vaſe, une grande quantité d'air condenſé qui ne peut s'échapper au-dehors.

III°. Si l'on ouvre après cela le robinet F, l'eau RM contenue dans le vaſe, & preſſée par l'air condenſé au-deſſus de ſa ſurface, jaillit avec violence en K : parce que l'air introduit & accumulé avec effort dans le vaſe, & porté à une denſité peut-être huit ou dix fois plus grande que celle de l'air extérieur, a une force expanſive proportionnelle à ſa denſité ; & que cette force expanſive, appliquée & luttant contre la ſurface de l'eau, lui imprime un mouvement violent, qui l'oblige à s'élever contre ſa gravité & à s'échapper par l'ouverture MC ; juſqu'à ce que l'air intérieur & condenſé ait acquis, en

expulsant l'eau, une dilatation qui le mette en équilibre avec l'air extérieur en C.

LE FUSIL A VENT.

712. DESCRIPTION. Dans le fusil à feu, la force impulsive est l'explosion de la poudre enflammée (334) : dans le *fusil à vent*, la force impulsive est l'explosion de l'air comprimé. Le fusil à vent peut être composé de différentes manieres : nous allons expliquer celle qui nous paroît la plus simple & la plus intelligible. Cet instrument, quelle qu'en soit la construction, renferme trois pieces principales, un canon ou cylindre creux CD, une culasse creuse & hermétiquement fermée NBA, une pompe foulante RE. (*fig.* 28.)

I°. Le *canon* CD, ouvert en C & en D, est assez semblable au canon des fusils ordinaires. Destiné à recevoir & à diriger la balle M, il s'adapte par des vis à la culasse NA, & il s'en sépare à volonté : ce sont deux pieces détachées l'une de l'autre.

II°. La *culasse* NA est de cuivre ou de telle autre matiere solide, vuide, & d'une assez grande capacité : elle est destinée à recevoir & à retenir l'air qu'on y enferme en le comprimant avec violence, par un méchanisme semblable à celui dont nous avons parlé à l'occasion de la fontaine de compression. La culasse ABN, a une petite soupape *n*, qui peut s'ouvrir en dedans, & que ferme hermétiquement un ressort *rm* appuyé ou contre la soupape, ou contre une baguette adhérente à cette soupape. L'air comprimé & condensé dans l'intérieur de la culasse

AN, ne peut s'échapper au-dehors, quand la ſoupape *n* eſt fermée : mais quand cette ſoupape s'ouvre par le moyen d'une vis intérieure B *d*, l'air intérieur fortement condenſé, s'échappe avec violence du ſein de la culaſſe dans le canon CD ; & emporte la balle M par l'intérieur de ce canon, avec une force proportionnée à ſa denſité.

III°. La *pompe foulante* RE eſt un cylindre creux, ouvert par les deux bouts, & deſtiné à comprimer l'air dans la culaſſe NA, par le moyen du piſton P. Ce cylindre RE s'adapte à vis par l'extrêmité E à la culaſſe NA, à la place du canon CD.

Alors, quand le piſton P monte au-deſſus d'une ouverture R, l'air extérieur emplit la capacité RE de la pompe ; & quand le piſton deſcend de R en E, il comprime avec violence le volume d'air intercepté entre R & E. Ce volume d'air, comprimé & condenſé en E, fait ſon effort contre la ſoupape *n* ; la force à s'ouvrir, & ſe précipite dans la culaſſe NA. Quand le piſton remonte au-deſſus de l'ouverture R, l'air comprimé dans la culaſſe ne peut s'échapper par la ſoupape *n* qui ſe trouve hermétiquement fermée ; & quand le piſton deſcend de nouveau de R en E, il comprime la nouvelle colonne d'air extérieur contenue dans la capacité RE ; & la force à ouvrir par ſa réaction, la ſoupape *n* ; & à ſe précipiter dans la culaſſe NA, où l'air déja condenſé eſt moins denſe que celui ſur lequel agit actuellement le piſton. A force de monter & de deſcendre, le piſton P entaſſe une très-grande quantité d'air violemment condenſé, dans la culaſſe NA.

IV°. La ſoupape *n*, que ferme le reſſort *r m*, peut s'ouvrir en dedans par le moyen d'une roue dentée B. Cette roue dentée eſt renfermée dans l'intérieur de la culaſſe; mais on peut lui donner tel mouvement qu'on veut par dehors, à l'aide d'un petit cylindre à manivelle, lequel aboutit intérieurement à la roue dentée B, & peut tourner ſur lui-même dans ſon ouverture cylindrique garnie en dehors & en dedans de feutres graiſſés, ſans donner paſſage à l'air intérieur ou extérieur. Ce petit cylindre, terminé au dedans en roue dentée, en ſe mouvant dans la direction *d*BF, engrene par une de ſes dents, la baguette *m n* qui eſt adhérente à la ſoupape *n*: cette ſoupape s'ouvre, & ſe referme à l'inſtant que la baguette échappe à la dent *d*. L'air condenſé dans la culaſſe s'échappe au dehors dans cet intervalle, & imprime ſon impulſion à la balle M, qui ira percer une planche de ſapin à vingt ou trente pas.

Il n'eſt pas difficile à un artiſte intelligent d'ajouter à l'extérieur du fuſil à vent, un reſſort propre à donner un petit mouvement prompt & déterminé à la roue dentée B, par exemple, un reſſort tel que le chien d'un fuſil ordinaire; lequel, en ſe débandant, donnera lieu à l'air comprimé dans la culaſſe de faire une exploſion ſubite & déterminée dans le canon CD, ſans s'échapper tout entier au dehors.

713. REMARQUE. Quelque perfection qu'on donne au fuſil à vent, il n'a jamais, à beaucoup près, la force du fuſil à poudre: mais il a un avantage qui pourroit le rendre dangereux dans la ſociété, celui de porter facilement & ſans bruit un ou pluſieurs coups meurtriers. L'air

violemment condenſé dans la culaſſe NA, ne s'échappe qu'en très-petite partie dans la premiere exploſion : il reſte encore aſſez condenſé pour opérer pluſieurs exploſions ſucceſſives, qui deviennent toujours plus foibles ; parce que la force expanſive & exploſive de l'air condenſé dans la culaſſe, diminue à meſure qu'une partie de l'air s'en échappe. Quand l'air enfermé dans la culaſſe n'a plus que la denſité de l'air extérieur, il ceſſe d'agir ſur la balle M : parce que la force expanſive de l'air intérieur eſt détruite par la force expanſive, égale & oppoſée, de l'air extérieur qui repouſſe la balle M dans la direction DM, tandis que l'air intérieur la pouſſe dans la direction MD.

Pour rendre ſenſible la force de l'air condenſé dans la pompe ou culaſſe NA, il faut la comparer avec la force de l'air extérieur. L'air extérieur, comprimé uniquement par ſon propre poids, a une force expanſive qui éleve aſſez rapidement une colonne d'eau à trente-deux pieds dans le vuide. Comme la force de l'air croît en proportion de ſa denſité, ce même air, dix ou douze fois plus condenſé dans la pompe ou culaſſe NA, aura une force expanſive & exploſive dix ou douze fois plus grande : delà la violente impulſion qu'il imprime à la balle M, à laquelle l'air extérieur n'oppoſe qu'un dixieme ou douzieme de réſiſtance, à raiſon de ſa denſité dix ou douze fois moindre que celle de l'air intérieur. La balle M eſt donc emportée dans la direction MD, avec un mouvement égal à celui que lui imprimeroit une force neuf ou onze fois plus grande que celle qui éleve aſſez rapidement une colonne d'eau à trente-deux pieds de hauteur dans le vuide.

Selon M. Papin, l'air de l'athmoſphere, en rentrant dans le vuide, va avec une vîteſſe qui lui feroit parcourir 1305 pieds dans une ſeconde; c'eſt-à-dire, avec une vîteſſe plus que double de celle d'un boulet de canon qui bat en breche. Un air dix fois plus denſe que celui de l'athmoſphere, n'ayant que la même vîteſſe & ayant dix fois plus de maſſe, doit faire contre le mobile qu'il rencontre, un effort dix fois plus grand: puiſqu'il a dix fois plus de force motrice.

LES POMPES.

Les *pompes* ſont des machines hydrauliques, deſtinées à porter l'eau à différentes hauteurs pour les divers uſages de la vie. Il y en a d'*aſpirantes*, de *foulantes*, d'*aſpirantes & foulantes*. Nous allons donner une ſuccinte & lumineuſe notion de leur conſtruction, de leur méchaniſme, de leur uſage.

Pompes aſpirantes.

714. DESCRIPTION. (*fig.* 25.) Soit un grand cylindre creux A B G, parfaitement poli en dedans, & de même diametre dans tout l'eſpace où doit ſe mouvoir un piſton de métal M; enſorte que l'air ne puiſſe s'inſinuer entre le piſton & la ſurface intérieure du cylindre. Qu'au fond de ce cylindre, qui ſera plongé dans l'eau, ſoit une ſoupape V, qui puiſſe s'ouvrir en deſſus par l'impulſion de l'eau, & ſe fermer enſuite hermétiquement par ſon propre poids. Que le piſton M ait dans toute la longueur de ſon axe, une aſſez grande ouverture, ſur laquelle ſe trouve

une ſoupape N, propre à s'ouvrir en deſſus par l'impulſion de l'eau, & à ſe fermer enſuite hermétiquement (211) par ſon propre poids. On aura une *pompe aſpirante*, dont voici le méchaniſme phyſique.

I°. Que le piſton de métal M, par ſon propre poids, deſcende juſqu'au fond de la pompe & juſqu'à la ſurface de l'eau : il n'y aura point de vuide entre le piſton & l'eau.

II°. Que le piſton, livré à l'action de la puiſſance P, s'éleve de V en M, à environ un pied au-deſſus de la ſurface de l'eau : il ſe fera un vuide entre V & M; & la preſſion de l'air extérieur qui peut élever l'eau à trente-deux pieds dans le vuide (704), l'élevera aiſément & promptement à la hauteur d'un pied, en forçant la ſoupape V à s'ouvrir & à lui donner paſſage dans l'intérieur de la pompe VM.

III°. Quand la puiſſance P, qui a élevé le piſton en M, ceſſera d'agir; le piſton M, beaucoup plus peſant qu'un égal volume d'eau, tendra par ſon excès de peſanteur à ſe précipiter en V. Comme la ſoupape V ſe ferme & par ſon propre poids, & par le poids du piſton, & par le poids de l'eau quelle ſupporte; à meſure que le piſton M deſcend, l'eau qu'il preſſe s'éleve au-deſſus de lui, par ſon ouverture diamétrale N; & quand le piſton arrive en V, toute la colonne d'eau MV d'un pied de hauteur, ſe trouve placée au-deſſus de lui.

IV°. Quand le piſton remonte à la hauteur d'un pied, de V en M, il chaſſe devant lui la colonne d'eau MV qu'il ſupportoit : il forme un nouveau vuide d'un pied de hauteur entre V & M; lequel vuide eſt bientôt rempli par

l'eau que la preſſion de l'air extérieur fait entrer dans la pompe, par la ſoupape V.

V°. Quand la puiſſance P ceſſe encore d'agir, le piſton par ſon excès de peſanteur, deſcend encore de M en V ; & la nouvelle colonne d'eau interceptée entre le piſton M & la ſoupape V, s'ouvre un paſſage par l'ouverture & la ſoupape N, au-deſſus du piſton, & va occuper l'eſpace NA.

VI°. A force de monter & de deſcendre de la même maniere, le piſton éleve au-deſſus de lui une colonne d'eau qui viendra couler en CD, à toute hauteur donnée, tant que la puiſſance P fera jouer la pompe aſpirante. (*Antlia quæ agit quaſi fugendo & aſpirando aërem, unde enaſcitur vacuum.*)

VII°. Quand même le piſton M auroit ſon jeu à vingt-cinq ou trente pieds au-deſſus de la ſurface de l'eau, il ne laiſſeroit pas d'élever l'eau de la même maniere. Suppoſons que le piſton M, placé à vingt-huit pieds au-deſſus de la ſurface de l'eau BG, ſe meuve de M en H, & de H en M. Lorſque le piſton deſcend de M en H, il comprime l'air intercepté entre M & V ; & cet air comprimé ouvre par ſon reſſort, la ſoupape N, & ſe porte au-deſſus du piſton. Lorſque le piſton monte enſuite de H en M, il chaſſe devant lui l'air qui eſt placé au-deſſus de la ſoupape fermée N, & raréfie l'air qui eſt intercepté entre le piſton & la ſoupape V. La colonne d'air MV, ſe trouvant raréfiée, a moins d'action que l'air extérieur plus denſe, qui preſſe la ſurface de l'eau. Pour rétablir l'équilibre, l'air extérieur, par ſon excès d'action, fait monter dans la pompe, par la ſoupape V, un volume

d'eau égal au volume d'air qui s'échappe par la ſoupape N, toutes les fois que le piſton deſcend de M en H. (702.)

L'eau s'élevera donc ſucceſſivement dans la pompe VM, juſqu'à ce qu'elle atteigne le piſton M; & alors le piſton, en deſcendant dans la colonne d'eau, la fera monter au-deſſus de lui par l'ouverture N. Mais ſi la hauteur VM excédoit trente-deux pieds, la colonne d'eau n'atteindroit jamais le piſton : parce que la preſſion de l'air extérieur ne peut élever l'eau dans le vuide, à plus de trente-deux pieds de hauteur. (704.)

VIII°. Il n'eſt pas néceſſaire que la pompe aſpirante ſoit dans toute ſa hauteur, polie & cylindrique, telle qu'elle eſt dans l'eſpace MH où ſe meut le piſton. Au-deſſus & au-deſſous de l'endroit où ſe meut le piſton, on peut la faire de telle matiere & lui donner telle figure qu'on voudra.

IX°. Nous avons vu que les liquides gravitent en raiſon compoſée de leurs hauteurs & de leurs baſes, quelle que ſoit la capacité du reſte du vaiſſeau qui les contient (628). Si donc le piſton M eſt de telle largeur, que la colonne d'eau dont il eſt la baſe, peſe dix livres par pied, & que le tuyau montant NA, quelle que ſoit ſa figure & ſa grandeur, ait trente pieds de haut; la ſomme de la charge qui lutte contre le piſton M & contre la puiſſance P, ſera 300, produit de 30 par 10. On ne gagne donc rien en faveur de la puiſſance P, à faire les tuyaux plus étroits au-deſſus du piſton : mais on peut gagner beaucoup à placer le piſton à une hauteur convenable au-deſſus de la ſurface du puits ou du réſervoir BG.

Pompes foulantes.

715. DESCRIPTION. Soit ABCDFA, un canal deſtiné à porter l'eau d'une riviere dans une ville ſituée au-deſſus du niveau de la riviere; ER, un baſſin ou un réſervoir continuellement empli par l'eau de la riviere ou d'une autre ſource, laquelle eau peut s'inſinuer par l'ouverture ED dans la capacité DFBD, du canal; MNOP, une roue mue par l'impulſion de l'eau de la riviere: on aura une *pompe foulante.* (fig. 48.)

I°. Quand la roue tournera dans la direction MN, elle élevera le piſton G, du point D au point F. L'eau interceptée entre le piſton G & la ſoupape S, ne peut s'échapper par l'ouverture D que bouche le piſton montant: elle ſera donc foulée & pouſſée avec violence dans le canal SA, & ouvrira la ſoupape S.

II°. Quand le piſton retombe par ſon propre poids de F en D, il ſe forme dans la pompe un vuide FBD, que l'eau emplit rapidement par l'ouverture D: & quand le piſton eſt de nouveau élevé par la roue, il foule cette eau & la force à monter dans le canal SA, d'où elle ne peut revenir ſur elle-même; parce que la ſoupape S ſe ferme à l'inſtant que l'eau inférieure ceſſe d'être foulée & d'avoir une impulſion de bas en haut.

On conçoit aiſément qu'on peut faire des pompes foulantes de mille autres manieres: un ſeul exemple ſuffit pour faire entrevoir le méchaniſme général de ces ſortes de pompes.

Pompes aſpirantes & foulantes.

716. DESCRIPTION. Soit un cylindre creux ABVN; un piſton non percé M; une ſoupape V; un canal CD; une autre ſoupape C qui s'ouvre dans la direction CD: on aura une *pompe aſpirante & foulante.* (fig. 31.)

I°. Quand le piſton monte de V en M, la ſoupape C ſe ferme hermétiquement par ſon propre poids; la ſoupape V s'ouvre par l'impulſion de l'eau, que la preſſion de l'air extérieur éleve dans le vuide VM. (704.)

II°. Quand le piſton deſcend de M en V, la ſoupape V ſe ferme; l'autre ſoupape C s'ouvre, & l'eau MV preſſée & foulée par la puiſſance P, s'échappe par le canal CD, & jaillit en F. Si le canal CD eſt un canal flexible de cuir, on pourra diriger en tout ſens l'eau qu'il élance avec une force proportionnée à la force foulante.

III°. Si on aſſocie à cette pompe aſpirante & foulante, une autre pompe ſemblable & parallele à celle-ci; on aura une *pompe double*, qui jettera l'eau ſans interruption par-tout où l'on voudra. (*fig.* 30.)

Par le moyen d'un double levier, dont le point d'appui N ſera placé entre les deux cylindres creux, l'un des deux piſtons montera, quand l'autre deſcendra; & par conſéquent l'eau continuellement foulée dans l'une des deux pompes A & B, s'échappera continuellement par l'un des deux canaux VD, qui ont une commune embouchure D. Cette pompe portative eſt d'un uſage merveilleux dans les incendies.

Le Syphon.

717. DESCRIPTION. Soit SDH un tube de verre ou de métal, ou de telle autre matiere ſolide : ce ſera un *ſyphon.* (*fig.* 29.)

La jambe plus courte DS étant plongée dans un liquide quelconque ; ſi on pompe l'air avec la bouche par l'extrêmité de la jambe plus longue en H, le liquide coulera par cette jambe plus longue, tant que l'extrêmité S de la jambe plus courte ſera plongée dans le liquide. On pourra vuider par ce moyen, une bouteille, un tonneau, ou tel autre vaſe qu'on voudra ; pourvu que la colonne liquide à élever n'excede pas en peſanteur une colonne d'air de même volume. (704.)

EXPLICATION. Avant que l'on pompe l'air en A, la colonne d'eau ne s'éleve dans le ſyphon non capillaire SD, qu'au niveau de l'eau contenue dans le vaſe : parce que les liquides homogenes, livrés à leur ſimple gravitation, ſe mettent partout de niveau dans des tubes ou dans des réſervoirs communicants (623). Si la colonne d'air MS fait effort pour faire monter l'eau dans le tube SD, la colonne d'air KHD fait un effort égal pour empêcher l'eau de monter dans le même tube : ces deux forces égales & oppoſées ſe détruiſent ; & l'eau n'eſt élevée & ſoutenue dans le tube que par la preſſion des colonnes aqueuſes adjacentes.

Mais quand on pompe l'air en H, l'eau du vaſe ſe porte contre ſa gravitation de S en D : parce que la preſſion de l'air extérieur eſt capable d'élever l'eau dans le vuide juſqu'à la hau-

teur de trente-deux pieds. La colonne aérienne MS a tout ſon effet de preſſion & d'impulſion ; tandis que la colonne oppoſée KHD n'a plus ſon effet de réſiſtance & de réaction, quand on pompe l'air en H.

L'eau élevée en D par la preſſion de l'air MS, deſcend en H, & vient emplir la bouche de celui qui pompoit & raréfioit l'air du ſyphon : après quoi l'eau continue à couler ſans interruption ; & c'eſt ici que commence proprement le phénomene du ſyphon.

I°. La colonne d'air MS tend à porter l'eau contenue dans le ſyphon, dans la direction SD : la colonne d'air KH tend à porter l'eau contenue dans le ſyphon, dans la direction HD. Ces deux colonnes aériennes ont pour hauteur commune la hauteur de l'athmoſphere, qui eſt certainement de plus de ſix lieues, qui eſt vraiſemblablement de quinze ou ſeize lieues (743) : la plus courte MS ne differe donc qu'infiniment peu de la plus longue KH : elles ſont donc ſenſiblement égales en peſanteur & en preſſion.

Mais ces colonnes aériennes, ſenſiblement égales, luttent ici contre des poids inégaux : car la colonne d'air MS lutte contre la colonne d'eau plus courte & moins peſante SD ; tandis que la colonne d'air KH lutte contre la colonne d'eau plus longue & plus peſante HD. La colonne d'eau DH, par ſon excès de gravitation, agit donc avec plus de force contre la colonne d'air KH, que l'autre colonne d'eau DS, contre la colonne d'air MS. La colonne d'air KH, chargée d'un plus grand poids que la colonne MS, doit donc céder ſelon cet excès de preſſion qu'elle eſſuie & qui détruit en partie ſon action. La colonne

colonne d'eau DH, plus pesante que la colonne d'eau DS, doit donc par son excès de pesanteur, descendre & couler persévéramment en H.

Mais comme l'eau ne peut couler de D en H, sans laisser un vuide en D, vuide qui sera à l'instant rempli; à mesure que ce vuide se forme ou tend à se former, la colonne d'air MS, par son action victorieuse, force l'eau à s'y porter incessamment, & à occuper persévéramment l'espace qu'abandonne l'eau qui coule en H.

II°. Si les deux jambes du syphon étoient d'égale longueur DS & DA, l'eau demeureroit suspendue en double colonne dans le syphon, sans couler ni en A ni en S: parce que ces deux colonnes d'eau SD & AD seroient poussées vers D par la pression des deux colonnes d'air égales & également chargées MS & KH.

Si la jambe plus courte du syphon étoit placée hors de l'eau, en pompant l'air en *n*, on attireroit également l'eau: parce que la pression de la colonne d'air MS auroit son plein effet pour élever l'eau dans le vuide SD *n*.

Mais à l'instant qu'on cesseroit de pomper l'air, loin de couler en *n*, l'eau remonteroit de *n* en D, & se précipiteroit dans le vase: parce que la colonne d'air qui pressoit l'eau en *n* dans la direction *n* DS, auroit un moindre poids à soutenir, & perdroit une moindre partie de son action, que la colonne d'air opposée MS. La colonne d'air moins chargée par le poids de l'eau en *n*, perdant moins de son action par la résistance du poids qu'elle supporte, a un excès d'action sur la colonne d'air opposée, & la force à lui céder. L'eau contenue dans le syphon, livrée à l'action de ces deux forces qu'elle rend inégales

en gravitant plus sur l'une que sur l'autre, cede à la pression de la force qui reste plus grande, & coule de *n* en D & en S.

III°. Si la jambe SD du syphon avoit plus de trente-deux pieds de hauteur au-dessus de la surface de l'eau, en vain on pomperoit l'air en H pour y attirer l'eau : parce que la pression des colonnes d'air MS ne peut élever & soutenir l'eau dans le vuide, qu'à environ trente-deux pieds de hauteur (703). On voit par là que le syphon n'est pas propre à porter l'eau à toute hauteur.

Plus la jambe extérieure DH du syphon excede en longueur la jambe qui est plongée dans l'eau, plus l'eau coule en abondance en H : parce que plus la colonne d'eau DH a de longueur, plus elle a de pesanteur propre à détruire la pression de la colonne aérienne KH qui s'oppose au libre écoulement de l'eau, & qui empêche le plein effet de pression de la colonne aérienne opposée MS. Si la colonne d'eau DH avoit trente-deux pieds de hauteur, elle détruiroit totalement l'action de la colonne d'air KH ; & la colonne d'air MS auroit son plein & entier effet sur la colonne d'eau SD, comme si elle la pressoit dans un vuide parfait.

La fontaine d'Héron.

718. DESCRIPTION. Soit un tube de verre ou de métal ACF, empli de vin, ouvert en A & en F, & fermé en C par un bouchon de liege. (*fig.* 32.)

I°. Si on ôte le bouchon C, le vin s'écoulera par cette ouverture, à l'exception de la

quantité du même liquide qui ſe trouvera dans la boule E & dans le tuyeau EF. Qu'après avoir remis le bouchon de liege en E, on verſe de l'eau en A : cette eau, par ſa peſanteur, comprimera l'air enfermé dans la boule D ; & cet air comprimé, exerçant ſa force de réaction ou ſa force expanſive contre le liquide contenu dans la boule E, donnera un *jet de vin* en F. On aura, par ce méchaniſme, une fontaine qui jaillira au-deſſus de ſa ſource.

II°. Si on ôte encore le bouchon de liege C, il ne reſtera de l'eau que dans la partie E F. Que l'on verſe enſuite du vin en A, après avoir remis le bouchon en C : ce vin, par ſa peſanteur, comprimera l'air dans la boule D ; & cet air comprimé, ſe débandant du côté où ſe trouve la moindre réſiſtance, donnera un *jet d'eau* en F. Par cet artifice, les charlatans font accroire au peuple ignorant, qu'ils changent l'eau en vin, & le vin en eau.

L'Eolipile.

719. DESCRIPTION. L'*éolipile* eſt un vaſe creux de verre ou de métal, en forme de poire A B ou C D : en voici l'artifice ou le méchaniſme. (*fig.* 22.)

I°. Si on poſe l'éolipile ſur des charbons ardents, l'air intérieur ſe dilate par la chaleur ; & en ſe dilatant, s'échappe au dehors par la petite ouverture N : ce qui produit un *vent continuel* en N, tant que dure la dilatation ; vent qui a ſa direction du dedans au dehors.

II°. Si on laiſſe enſuite refroidir l'éolipile, l'air intérieur ſe condenſe par le froid ; & l'air

extérieur se précipite incessamment dans l'intérieur de l'éolipile, par l'ouverture N, à mesure que l'air intérieur devient plus dense & occupe un moindre espace : ce qui produit en N un *vent continuel* opposé au précédent.

III°. Si, quand l'éolipile est extrêmement échauffé, on pose son embouchure N sur une eau fraîche R ; la pression de l'air extérieur fait entrer l'eau en torrent dans l'intérieur de ce vase ; & le volume RCD d'eau qui s'y précipite, est égal au volume d'air que la dilatation en avoit fait sortir. (702.)

IV°. Quand l'éolipile AB est rempli en partie d'eau & en partie d'air, si on le pose sur des charbons ardents, en telle sorte que l'eau occupe la partie ABN ; la dilatation de l'air & la vapeur de l'eau, exerçant de concert leur force expansive contre l'eau inférieure, la feront jaillir avec violence à une très-grande hauteur M. Si ce même éolipile est rempli d'esprit-de-vin dans le partie ABN, en présentant une bougie allumée à l'orifice N, on fera naître un *jet de feu* NM, qui durera jusqu'à l'entier écoulement de l'esprit-de-vin.

Les Ventouses.

720. DESCRIPTION. Les *ventouses* sont des vases de verre ou de terre AB & BC, propres à s'appliquer contre les chairs. (*fig.* 27.)

I°. Si dans le fond du vase AB on met de l'étoupe enflammée, l'air intérieur s'y dilate extrêmement par la chaleur. Que l'on applique promptement le large orifice de ce vase sur une partie charnue du corps humain : à mesure que l'air intérieur se condense par la cessation du

feu, il s'y forme un vuide conſidérable, que l'air extérieur ne peut remplir.

II°. L'air contenu dans les chairs ſur leſquelles la ventouſe eſt appliquée, tend par ſa force expanſive à ſe porter dans ce vuide ; éleve les chairs, en ouvre les pores ; & ſe précipite peu à peu dans la ventouſe, en y entraînant le ſang & les humeurs où il étoit engagé ; & cette action dure, juſqu'à ce que l'air de la ventouſe qui devient inceſſamment plus denſe, égale en denſité & en force expanſive, l'air contenu dans les humeurs, dans le ſang, dans les chairs.

PROPOSITION VI.

721. *L'air eſt un fluide que le froid condenſe, que la chaleur dilate, dont le feu augmente le reſſort, dont l'action eſt néceſſaire à la vie des animaux, à la végétation des plantes, à l'entretien de la flamme.*

La démonſtration des différentes parties de cette propoſition eſt fondée ſur pluſieurs expériences que nous allons rapporter & développer ſéparément.

722. EXPÉRIENCE I. Soit le tube AB fermé en A & ouvert en B, plein d'eau dans la partie SB, plein d'air dans la partie SA. (*fig.* 12.)

I°. Si l'on échauffe le tube AS, on verra l'air intérieur AS occuper un plus grand eſpace AR, & forcer l'eau à s'abaiſſer de S en R. Donc *l'air ſe dilate par la chaleur.*

II°. Cet air AR, ainſi dilaté par la chaleur, réſiſte à l'action de l'air extérieur qui eſt plus denſe, & qui tend à élever l'eau dans le tube juſqu'en S. Donc *l'air dilaté par la chaleur,*

augmente en reſſort, à meſure qu'il décroît en denſité ; la chaleur intrinſeque qui l'anime, ſuppléant à la denſité qu'il perd : ce qui n'a rien de contraire à la troiſieme propoſition précédente, où nous avons fait voir que l'air croît en reſſort comme il augmente en denſité, quand la température eſt la même.

III°. Si on enveloppe de glace le tube AS, on verra l'air intérieur AS occuper un moindre eſpace xA ; ſe réduire à un plus petit volume ; laiſſer monter l'eau à une plus grande hauteur dans le tube, de S en x. Donc *l'air ſe condenſe par le froid.*

IV°. Cet air Ax, ainſi condenſé par le froid, n'a dans ſon état de condenſation, qu'un reſſort égal à celui de l'air extérieur plus échauffé & plus dilaté. Donc *l'air condenſé par le froid, en augmentant en denſité, n'acquiert plus de reſſort, que pour faire équilibre avec l'augmentation de reſſort que donne à un air plus chaud & plus dilaté ſon excès de chaleur.*

V°. Si on rend l'air AS à ſa premiere température, au même degré de froid ou de chaud qu'auparavant, il reprend préciſément ſon même volume AS : d'où il réſulte évidemment que l'augmentation & la diminution de volume dont nous venons de parler, ont pour cauſes celles que nous venons d'aſſigner.

723. PROBLÊME. *Eſtimer la dilatation de l'air, dans les différents degrés de chaleur.* (fig. 12.)

SOLUTION. Que le tube de verre AB d'environ un pied de longueur, fermé en A & ouvert en B, ſoit mis ſur des charbons ardents, juſqu'à ce qu'il parvienne à l'incandeſcence. Que dans

cet état de chaleur on saisisse ce tube avec des pincettes ; & que l'on plonge son ouverure B dans du mercure, jusqu'à ce que la chaleur étant considérablement diminuée, on puisse l'envelopper de glace, & donner à l'air qu'il renferme encore, la condensation que procure la glace.

I°. Par la pression de l'air extérieur, le mercure s'élevera dans le tube perpendiculaire AB, jusqu'à ce qu'il empliſſe les deux tiers de sa capacité : or le mercure n'emplit que l'espace vuide d'air ; & l'espace vuide d'air, est l'espace qu'a abandonné l'air, en passant de la dilatation que donne l'incandescence, à la condensation que donne la glace. Donc *le volume de l'air dilaté par la chaleur de l'incandescence, est au volume de l'air condensé par le froid de la glace, comme 3 est à 1.*

II°. Par une semblable expérience, on trouvera que le volume de l'air dans une température où il commence à geler, est au volume de l'air dilaté par la chaleur de l'eau bouillante, *comme 2 est à 3 ;* & que *le volume de l'air augmente d'environ un septieme*, en passant du froid qui commence à produire la glace, aux chaleurs communes de l'été dans nos climats.

724. REMARQUE. Après avoir suffisamment démontré que l'air est un corps compressible & dilatable, il est à propos d'examiner jusqu'à quel point les physiciens sont venu à bout de le condenser & de le dilater.

I°. L'air a été plus ou moins condensé par les physiciens, selon qu'ils ont employé des moyens plus ou moins efficaces pour opérer cette *condensation.* Boyle a trouvé le moyen de rendre l'air 13 fois plus dense, en le comprimant. Halleï dit qu'il l'a

vu réduit à un volume 60 fois plus petit. Hales l'a rendu 38 fois plus denſe, à l'aide d'une preſſe; mais en faiſant geler de l'eau dans une grenade de fer, il réduiſit l'air en un volume 1838 fois plus petit (*); de ſorte que cet air ainſi condenſé devoit avoir & une denſité & une peſanteur ſpécifique environ deux fois & un quart plus grandes que celles de l'eau : ce qui démontre inconteſtablement que l'air eſt une ſubſtance qui n'a rien de commun avec l'eau; puiſque ſi l'air n'étoit qu'une eau raréfiée, on n'auroit pu le réduire qu'à la denſité de l'eau; après quoi il auroit réſiſté à toutes les preſſions, avec une force égale à celle qu'on remarque dans l'eau, que l'on ſait être incompreſſible. (206.)

II°. La machine pneumatique, en raréfiant l'air du récipient, fait deſcendre le mercure à une ligne au-deſſus de ſon niveau (706) : ſur quoi je raiſonne ainſi. Le reſſort de l'air, dans une même température, eſt toujours proportionnel à ſa denſité (691) : donc l'air qui ſoutenoit une colonne de mercure de 28 pouces ou de 336 lignes, doit être environ 336 fois plus denſe que celui qui ne ſoutient qu'une ligne de mercure. La machine pneumatique donne donc à l'air contenu ſous le récipient, quand le mercure n'a qu'une ligne d'élévation, *une dilatation 336 fois plus grande* qu'auparavant. Il eſt même vraiſemblable que l'air du récipient, dans la circonſtance dont nous parlons, a une dilatation bien plus grande encore que celle que démontre la deſcente du mercure. (741.)

(*) *Muſchembroek*, tom. II, pag. 672.

M. Mariotte, en faiſant dilater une petite bulle d'air dans une bouteille renverſée & preſque pleine d'eau ſous le récipient d'une machine pneumatique, a trouvé que l'air qui avoiſine la ſurface de la terre, peut occuper en ſe dilatant, un eſpace 4000 fois plus grand que celui qu'il a coutume d'occuper.

725. EXPÉRIENCE II. Si ſous le récipient d'une machine pneumatique, on met un chat, ou un lapin, ou un poulet, ou un pigeon, ou un oiſeau quelconque, ces animaux y perdent la vie, preſque auſſi-tôt qu'on a pompé l'air & produit le vuide. Si ſous le même récipient on met un baſſin plein d'eau, dans lequel nagent des poiſſons, la ſouſtraction de l'air les fait également périr, quoique beaucoup plus difficilement. Donc *l'action de l'air eſt néceſſaire à la vie des animaux.*

EXPLICATION. La vie animale eſt principalement attachée au mouvement du cœur & à la circulation du ſang : ce double principe doit principalement ſon jeu & ſon action, à la preſſion & au reſſort de l'air.

I°. En s'inſinuant dans les poumons, l'air s'y échauffe, y augmente en volume & en force expanſive : par ſon volume & ſon reſſort augmentés, il preſſe le ſang échappé du ventricule droit, & le force à ſe porter dans le ventricule gauche (540. VI°.). Cette action, ce principe de mouvement & de vie manque à l'animal, dès que l'air ceſſe de ſe renouveller dans ſes poumons.

II°. L'air extérieur, en exerçant en tout ſens ſa preſſion ſur les diverſes parties du corps animal, preſſe & foule les veines, & facilite le

retour du ſang, des veines dans le cœur : reſſource qui manque à l'animal, dès que l'air extérieur ceſſe d'agir ſur lui avec ſa force ordinaire.

III°. Il eſt certain qu'il y a dans le ſang & dans les humeurs des animaux, une aſſez grande quantité d'air fluide & élaſtique, diſperſé & interpoſé entre les molécules de ces liquides ; & que cet air en entretient par ſon reſſort, la fluidité, le mouvement, la circulation : ce qui n'a plus lieu, quand l'animal ceſſe de reſpirer en liberté, un air propre à remplacer inceſſamment celui qui ſans ceſſe ſe diſſipe ou perd ſon reſſort dans la circulation & dans la tranſpiration. D'ailleurs, cet air intérieur, cet air logé & diſperſé dans les pores de toute la ſubſtance animale, dans les veines, dans les arteres, dans les chairs, dans les os, affecte un équilibre avec l'air extérieur dont il contrebalance la preſſion par ſon reſſort : donc ſi par la ſouſtraction de l'air extérieur, on rompt cet équilibre ; l'air intérieur, par ſa force expanſive, doit ſe dilater avec violence, enfler les parties & rompre les canaux qui le captivent ; déplacer & confondre le ſang & les humeurs ; interrompre & détruire toute l'économie animale, d'où dépend la vie.

IV°. Les animaux qui vivent dans l'eau, tels que les poiſſons & les amphybies, réſiſtent plus long-tems à la ſouſtraction de l'air, que les animaux accoutumés à vivre toujours dans cet élément : parce que les animaux aquatiques ont une conſtitution qui exige une moindre quantité d'air, & à laquelle ſuffit aſſez long-tems la petite portion d'air qui ſe trouve mêlée dans l'eau

(728). Ils périſſent cependant à la fin, faute d'air : parce que l'air dans le vuide s'échappe auſſi du ſein de l'eau par ſon élaſticité ; & que l'eau ceſſe enfin d'en contenir une quantité ſuffiſante à la vie de ſes habitans.

V°. Quand, après avoir pompé l'air, on le rend ſubitement au récipient ; on voit l'animal éprouver une horrible ſecouſſe dans tout l'intérieur de ſa machine. La raiſon en eſt, qu'en rentrant avec une inconcevable impétuoſité dans l'intérieur de l'animal (713), l'air imprime au ſang & aux humeurs une impulſion deſtructrice, qui ſouvent rompt ſes poumons, ſes veines, ſes arteres, & fait jaillir ſon ſang au dehors par les canaux qu'il a déchirés & rompus.

VI°. Les animaux domeſtiques languiſſent & périſſent à la fin, dans un aſyle où l'air ne ſe renouvelle pas en liberté : ſoit parce qu'ils y reſpirent un air infecté d'exhalaiſons malfaiſantes ; ſoit parce que cet air, ſain d'ailleurs, en paſſant & repaſſant ſans ceſſe dans leurs poumons, ſe charge de vapeurs qui lui font perdre ſa vertu élaſtique, vertu néceſſaire pour mettre en jeu les organes & pour produire la circulation du ſang & des humeurs. La plupart des animaux aquatiques ont auſſi beſoin de renouveller de tems en tems, l'air qui met en jeu leurs organes ; & c'eſt pour cela qu'on voit ſi ſouvent les poiſſons s'élancer hors de l'eau, pour y reſpirer plus en liberté. Dans un vivier glacé, on a ſoin de faire des trous à la glace, pour empêcher le poiſſon de périr faute d'air.

VII°. S'il eſt vrai qu'on ait trouvé dans l'intérieur de certains arbres ou de certains rochers, quelques animaux, tels que des ſerpents & des

crapauds, qui y vivoient ſans qu'ils paruſſent avoir aucune communication avec l'air extérieur; il eſt probable que ces animaux avoient un renouvellement d'air par quelque route qui a échappé à l'œil des obſervateurs; ou que les ſubſtances ſolides ou liquides qui leur ſervoient de nourriture dans ces ténébreuſes priſons, leur fourniſſoient perſévéramment une nouvelle maſſe d'air qui ſe renouvelloit ſans ceſſe dans eux par la nutrition; comme il arrive à certains poiſſons toujours fixés au fond de l'eau, & à qui l'eau ſeule fournit ſans ceſſe une nouvelle quantité d'air ſuffiſante à leur organiſation, à leur conſtitution, à leur nature.

VIII°. L'analogie d'organiſation qui ſe trouve entre le regne animal & le regne végétal, fait aiſément concevoir que l'air doit être néceſſaire à la vie des végétaux, comme à la vie des animaux. L'air entretient la fluidité & le mouvement des ſucs nourriciers dans les plantes, comme dans les animaux : la ſouſtraction de l'air produit de plus prompts & de plus grands ravages dans le corps animal qui a de grands canaux & de grands réſervoirs aériens, que dans le corps végétal, où ces canaux & ces réſervoirs aériens ſont moindres : mais l'action de l'air eſt abſolument néceſſaire à la vie des animaux & des végétaux; & on voit les plantes languir & périr bientôt, dans un lieu où l'air manque de reſſort, où l'air ne ſe renouvelle pas en liberté.

726. EXPÉRIENCE III. Que l'on mette une bougie allumée ſous le récipient d'une machine pneumatique. Cette bougie donne ſa flamme ordinaire, avant qu'on pompe l'air : elle donne une flamme plus foible & moins éclatante, à

meſure que l'air ſe raréfie : elle s'éteint enfin quand l'air eſt preſque totalement extrait.

Sous le même récipient, après la ſouſtraction de l'air, la poudre à canon expoſée au foyer d'une loupe ou d'un miroir ardent, ſe conſume ſans bruit & ſans éclat, & s'exhale en une épaiſſe fumée, dans laquelle on apperçoit à peine une petite flamme bleuâtre qui eſt duè à un foible reſte d'air extrêmement raréfié ſous le récipient. Dans le vuide (699) le choc d'un briquet & d'une pierre à feu, ne donne point la même étincelle qu'en plein air.

Quand une lampe, allumée depuis long-tems dans un petit eſpace bien fermé, paroît être ſur le point de s'éteindre ; ſi on ouvre la porte de la lanterne ou du lieu quelconque où ſe trouve placée cette lampe, on la voit prendre une nouvelle vie, un nouvel éclat, à meſure que l'air ſe renouvelle.

De tout cela il réſulte manifeſtement que *l'air eſt néceſſaire à la production & à l'entretien de la flamme.* Mais quelle analogie peut-il y avoir entre la flamme & l'air ? Quelle influence peut avoir l'élément de l'air ſur l'élément du feu ?

EXPLICATION. Quelle que ſoit la nature du feu, il eſt vraiſemblable que la flamme conſiſte dans un mouvement de vibration perſévéramment imprimé aux molécules du corps inflammable, leſquelles ſe diſſipent en fluide très-ſubtil, mu en tout ſens. Un mouvement de vibration en tout ſens, dans les molécules d'un corps qui ſe conſume, exige la réaction d'un fluide environnant, qui par ſa force expanſive entretienne l'exploſion permanente des molécules entre leſquelles il s'inſinue ; & entre leſquelles

il ſe dilate & ſe débande avec violence, à meſure que l'ignition augmente & ſon volume & ſon reſſort : delà la néceſſité de l'air, pour la production & pour l'entretien de la flamme.

I°. L'air trop raréfié ſous le récipient d'une machine pneumatique, n'a pas aſſez d'action & de reſſort, pour s'inſinuer avec violence entre les particules enflammées de la bougie ou de tel autre corps combuſtible ; pour refouler puiſſamment par ſa force expanſive, le feu de ces particules embraſées, dans celles qui reſtent à embraſer ; pour répercuter & accumuler ce feu dans le ſein du corps combuſtible, où il doit perſévéramment diviſer ſes parties, dégager ſon phlogiſtique, dilater l'air uni & combiné avec ſa ſubſtance, & donner lieu à cet air intérieur de ſortir avec violence de ſes priſons, & de darder en torrents impétueux les particules diviſées qui s'oppoſent à ſon expanſion.

La poudre, dans le vuide, ne donne point une exploſion vive & bruyante, une flamme vive & lumineuſe : parce que l'air affoibli par ſa raréfaction, ne peut point aider ſuffiſamment l'action du feu extérieur qui agit ſur la poudre. Une lampe dans un petit eſpace bien fermé, exhale des vapeurs qui affoibliſſent d'abord & détruiſent à la fin le reſſort de l'air environnant : cet air ſe trouve alors privé de la vertu néceſſaire pour imprimer à la ſubſtance huileuſe le mouvement de vibration qui doit darder les particules enflammées, & refouler leur feu dans les parties qui reſtent à enflammer.

II°. De quelque maniere que l'action de l'air contribue à la production & à l'entretien de la flamme, ſoit qu'il en ſoit ſimplement la cauſe, ſoit qu'il

en devienne lui-même partie ; il eſt certain,

En premier lieu, qu'aucun corps combuſtible ne peut brûler & ſe conſumer ſans le concours de l'air ; & que plus l'air agit librement & fortement ſur les corps enflammés ou embraſés, plus il les fait brûler rapidement.

En ſecond lieu, que les corps combuſtibles, tels que le bois, peuvent être long-tems expoſés à l'action du feu le plus violent dans des vaſes clos, ſans qu'ils brûlent & ſe conſument. Pénétrés d'un feu étranger, leur propre ſubſtance reſte inaltérable, tant que l'air extérieur ne s'inſinue point avec le feu entre leurs parties intégrantes. Cette expérience, connue de tous les chymiſtes, ſemble convertir en démonſtration, l'explication que nous venons de donner de l'action de l'air ſur les corps que le feu diviſe & conſume.

L'AIR DANS LES CORPS.

727. OBSERVATION. L'air qui enveloppe le globe terreſtre, ſe trouve auſſi en plus ou moins grande quantité dans l'intérieur des corps ; mais il s'y trouve dans deux états fort différents, qu'il eſt important de ne point confondre.

I°. Dans certains corps & dans certaines circonſtances, *l'air eſt ſimplement logé, diſperſé, interpoſé entre leurs parties intégrantes*, mais ſans adhérer à ces mêmes parties & ſans être combiné avec elles. Tel eſt l'air dans les pores d'une éponge, d'une étoffe. Cet air, compreſſible & dilatable, fluide & élaſtique, ne differe point de l'air naturel, de l'air que nous reſpirons. Cet air ne fait point partie conſtituante des corps où il

eſt logé : puiſqu'on peut l'en ſéparer par des moyens purement méchaniques, par exemple, en comprimant ces corps, ou en raréfiant l'air qui les enveloppe, ſans détruire leur nature.

II°. Dans la plupart des corps, outre l'air naturel, logé & diſperſé dans leurs pores, *il y a une très-grande quanté d'air combiné avec leur ſubſtance*, d'air privé de ſa fluidité & de ſon élaſticité, d'air qu'on ne peut ſéparer de ces corps qu'en les décompoſant, qu'en détruiſant leur nature. Cet air combiné avec les corps, doit être regardé comme un de leurs principes primitifs, comme une de leurs parties conſtituantes. (7. 180.)

PROPOSITION VII.

728. *Les différents corps, ſolides ou liquides, contiennent dans leurs pores une petite quantité d'air pur & non combiné : ils contiennent, du moins pour la plupart, une immenſe quantité d'air combiné avec leur ſubſtance.* Deux expériences vont faire ſentir la vérité des deux membres de cette propoſition.

EXPÉRIENCE. I°. Dans un vaſe plein d'eau, plongez un morceau de pierre ou de bois ; & placez ce vaſe ſous le récipient d'une machine pneumatique. A meſure que le piſton deſcend & raréfie l'air du récipent, on voit de petites bulles d'air ſortir de toute part du ſein de la pierre ou du bois, & s'ouvrir un paſſage au-deſſus de la ſurface de l'eau. Il eſt facile, d'après les principes que nous avons établis, de rendre raiſon de ce phénomene.

Après qu'on a pompé l'air du récipient, l'air renfermé dans les pores de la pierre ou du bois, ſe dilate ; & par ſon expanſion, ſe porte & s'accumule

cumule à l'extrêmité des pores où il trouve une iſſue. Comme l'air eſt moins peſant que l'eau; l'eau, par ſon excès de peſanteur, force les bulles d'air à monter au-deſſus de ſa ſurface.

Quand enſuite on rend l'air au récipient, la preſſion de l'air extérieur force l'air contenu dans les pores de la pierre ou du bois, à reprendre ſa denſité primitive; & fait entrer dans les pores de ces ſubſtances, un volume d'eau égal au volume d'air qui s'en eſt échappé (702): de ſorte que la pierre & le bois ſe trouvent plus mouillés, qu'ils ne l'euſſent été par leur ſimple immerſion dans l'eau en plein air.

II°. Sous le récipient d'une machine pneumatique, placez pluſieurs verres; & ſans les remplir entiérement, mettez du lait dans le premier, de la biere dans le ſecond, de l'eau dans le troiſieme, de l'eſprit-de-vin dans le quatrieme: enſuite pompez l'air. Vous verrez des bulles d'air, du ſein de ces liqueurs, ſe porter à leur ſurface.

L'eau tiede & l'eſprit-de-vin ſemblent bouillonner: parce que les bulles d'air qui ſe dilatent au ſein de ces liquides, ne trouvant point de viſcoſité à vaincre dans l'eau & dans l'eſprit-de-vin, ſe portent rapidement & comme ſans obſtacle à la ſurface de ces liquides; ce qui imite aſſez ſenſiblement le mouvement d'ébullition.

Le lait & la biere s'enflent, s'accumulent en voûte, ſe répandent hors du vaſe: parce que l'air dilaté dans ces liquides, ſe trouvant captivé par leur viſcoſité, les éleve plus facilement qu'il ne les diviſe; les expulſe hors du vaſe, avant qu'il ſoit venu à bout de les ſéparer & de s'ouvrir un libre paſſage à travers leurs molécules viſqueuſes & adhérentes entre elles.

IIIº. Par un jugement d'analogie (*Mét.* 135), on peut conclure que les autres corps ſolides & liquides, ainſi que ceux dont nous venons de parler, contiennent auſſi dans leurs pores, une certaine quantité d'air naturel, d'air fluide & élaſtique, d'*air non combiné* avec leur ſubſtance.

Il nous reſte à faire voir que la plupart des corps naturels contiennent une bien plus grande quantité d'*air combiné* avec leur ſubſtance, d'air principe & partie conſtituante des corps.

729. PROBLÊME. *Déterminer quelle quantité d'air contient un mixte quelconque.* (fig. 36.)

EXPÉRIENCE. Soit un large tube de verre ANDC, ayant un petit tuyau latéral à robinet, par où l'on puiſſe pomper l'air avec la bouche en B. Par l'ouverture C, on fait entrer dans la boule A, le corps que l'on veut diſſoudre : on poſe enſuite perpendiculairement ſur la ſurface de l'eau, le tube ADC; & on pompe l'air en B, juſqu'à ce que l'eau s'éleve & ſe ſoutienne en colonne à une certaine hauteur D : enfin, après avoir fermé le robinet B, on concentre les rayons du ſoleil ſur le corps à diſſoudre, par le moyen d'une loupe V maſtiquée à la boule A.

Iº. A meſure que le corps A ſe diſſout par l'action du feu ſolaire, l'eau eſt forcée à deſcendre de D vers C, par la réaction de l'air AND, qui augmente inceſſamment en volume & en reſſort, juſqu'à l'entiere diſſolution du corps qui ſe conſume dans la boule A.

IIº. Après l'entiere diſſolution du corps A, on laiſſe refroidir tout ce petit attirail, juſqu'à ce qu'il ſoit revenu au degré de température qu'il

avoit avant que la loupe l'échauffât. Mais à mesure que l'air intérieur se condense par la dissipation du feu, on voit l'eau remonter de C vers D; & quand l'air intérieur à repris son équilibre avec l'air extérieur, l'eau cesse de monter, & s'arrête à un point fixe F.

III°. Que l'on mesure la quantité d'eau qui étoit contenue dans l'espace DF, d'où l'eau a été expulsée : on aura le volume d'air qui s'est échappé du sein du corps combustible A, pendant la dissolution. Car il est clair que la colonne d'eau n'a été repoussée de D en F, que parce que l'air intérieur a augmenté en volume, d'une quantité capable d'emplir cet espace DF; & que cette quantité d'air nouveau ne peut venir que du sein du corps dissous : puisque si on fait la même opération sans mettre aucun corps combustible dans la boule A, la colonne d'eau DC, après le refroidissement, revient précisément au même point D, où elle s'élevoit auparavant. En connoissant le volume DF d'eau déplacée (ce qu'il est facile de connoître); on connoîtra par là-même, le volume d'air qui étoit contenu dans le corps dissous dans la boule A.

IV°. Par cette méthode, ou par d'autres méthodes semblables, on a trouvé,

Qu'un pouce cubique de sang de cochon, contenoit & rendoit trente-trois pouces cubiques d'air.

Qu'un pouce cubique de corne de daim, contenoit & rendoit deux cents trente-quatre pouces cubiques d'air.

Qu'un pouce cubique de chêne, donnoit deux cents cinquante-six pouces cubiques d'air.

Qu'une petite quantité de poudre à canon, donnoit un volume d'air environ deux cents fois plus grand que ſon volume.

Que le ſoufre, l'eau-forte, & quelques autres corps, loin de donner de l'air dans leur combuſtion, abſorboient au contraire une partie de l'air contigu; de ſorte qu'au lieu d'abaiſſer la colonne d'eau DC, ils l'élevoient de D vers N.

730. COROLLAIRE. *Il réſulte de ces expériences, que l'air que nous reſpirons, doit différer notablement de l'air combiné avec les corps, du moins quant à la maniere d'être.*

EXPLICATION. L'air que nous reſpirons, eſt évidemment fluide & élaſtique, auſſi bien que celui qui ſe trouve ſimplement diſperſé & interpoſé dans les pores des corps entre leurs parties intégrantes, & qu'on peut ſéparer de ces parties par l'opération de la machine pneumatique, par la compreſſion, par d'autres moyens purement méchaniques.

Mais l'air qui ſe trouve uni & combiné avec les parties intégrantes des corps, qu'on ne peut ſéparer de ces corps qu'en les analyſant, en les décompoſant, en les dénaturant, paroît manquer totalement & de fluidité & d'élaſticité: puiſque l'immenſe quantité d'air qui ſe trouve combinée dans le chêne, ne donne aucun ſigne de fluidité dans les parties diviſées & broyées de cette ſubſtance, où il paroît toujours fixe & ſolide juſqu'au tems de ſa diſſolution; & que ſi l'immenſe quantité d'air qui ſe trouve combinée avec le ſang des animaux, avoit ſon élaſticité naturelle, elle devroit à raiſon de ſa très-grande condenſation, darder & diſſiper avec une vio-

lente impétuosité, les particules liquides entre lesquelles elle se trouveroit interposée & condensée.

Cet état, ou cette maniere d'être de l'air, dans les corps dont il fait partie constituante, a toujours donné beaucoup de torture aux physiciens qui ont voulu rendre raison de la différence qui se trouve entre l'air que nous respirons, & l'air combiné avec les corps. On a imaginé sur cet objet divers systêmes, qui n'ont certainement produit aucune lumiere, & qu'il est inutile de rapporter. Quoi qu'il en soit, il est certain:

I°. Que l'*air combiné* avec les différentes substances qui composent les corps solides & liquides, par exemple, l'huile & le bois, n'a pas, dans cet état de combinaison, sa fluidité & son élasticité ordinaires: comme nous venons de le faire voir.

II°. Que ce défaut de fluidité & d'élasticité cesse, à mesure que la combustion ou la dissolution quelconque du corps a lieu: ce qui semble indiquer que l'air, dans son état de combinaison, conserve toujours le principe qui le rend fluide & élastique; & que ce principe, captivé & suspendu pendant l'état de combinaison par une force supérieure, reprend son action, à l'instant que l'obstacle cesse.

III°. Que cet air, qui paroît fixe & solide dans le chêne, dans la corne de daim, dans une foule d'autres corps, peut absolument conserver sa nature primitive dans cet état de combinaison: comme l'eau ne change point réellement de nature, en se transformant en glace & en vapeurs, qui sont deux états où elle paroît méconnoissable.

IV°, Que tout le volume de matiere fluide qu'on extrait du ſein d'un corps brûlé & décompoſé (729), ne doit pas être regardé comme une ſubſtance purement aérienne ; mais comme un mêlange d'air & d'autres ſubſtances hétérogenes, atténuées & rendues fluides par le feu ; mêlange où la partie prédominante eſt cependant une vraie ſubſtance aérienne, dégagée des priſons où elle étoit captivée & enchaînée dans le corps qui a ſouffert la combuſtion.

V°. Qu'il ſe fait ſans ceſſe de *nouvelles combinaiſons* dans la nature. La terre & l'eau ſe convertiſſent en ſubſtances animales, végétales, minérales ; & ces ſubſtances redeviennent terre & eau par leur diſſolution. L'air, par des métamorphoſes ſemblables, ſe transforme en différents corps, en devient partie conſtituante ; auſſi bien que la terre, l'eau & le feu. Delà la plus ou moins grande quantité d'air qu'on extrait du ſein des corps, où ſon affinité avec les ſubſtances qui conſtituent ces corps, lie ſes molécules, ſuſpend leur reſſort, diminue immenſément leur volume ; juſqu'à ce que l'action du feu, en détruiſant le compoſé, vienne les dégager de leurs liens, les arracher à leurs affinités, les remettre en liberté, les rendre à la ſimple action de leur nature.

On conçoit par là, qu'au printems & en été, où la nature forme une infinité de nouveaux mixtes, la production de ces mixtes doit abſorber une immenſe quantité d'air ; & qu'en automne & en hiver, où la plupart de ces mixtes ſe décompoſent par la putréfaction, il doit ſortir de leur ſein un immenſe volume d'air deſtiné à enfler la maſſe aérienne qui enveloppe la terre.

On conçoit encore par là que les aliments, en ſe décompoſant dans l'eſtomac & dans les inteſtins, doivent produire un volume d'air conſidérable dans les viſceres. Une partie de cet air ſe combine avec le chyle, avec le ſang, avec les humeurs, avec les chairs, avec toutes les parties animales : l'autre partie eſt employée à expulſer par ſon reſſort, la portion la plus groſſiere des aliments; & quelquefois à fatiguer en différentes manieres, le ſujet dans qui la décompoſition & la recompoſition des ſubſtances nourricieres, ne ſont point ſimultanées, & ne s'operent point d'une maniere convenable.

L'EAU EN VAPEUR.

731. EXPÉRIENCE. Soit un globe de verre creux D, terminé en un petit tube DE, ouvert uniquement en E. (*fig.* 12.)

Après avoir meſuré la capacité DE, on mettra en D une petite quantite d'eau, qui ne ſera que la quatorze-millieme partie de celle qu'il faudroit pour remplir ce vaſe. On placera enſuite la boule D ſur des charbons ardents, & on la fera lentement rouler ſur elle-même, en tenant le manche DE dans une ſituation à peu près horiſontale; juſqu'à ce que la petite quantité d'eau réduite en vapeur, s'étende & ſe répande dans toute la capacité DE. Alors on poſera l'ouverture E ſur la cuvette pleine d'eau MN, en tenant le tube DE élevé perpendiculairement à la ſurface de l'eau.

EFFETS. L'eau s'élevera dans le tube ED, & emplira totalement & la capacité du tube, &

la capacité de la boule, ſans qu'il y reſte aucun vuide. D'où il réſulte :

I°. Que l'*eau en ſe réduiſant en vapeur, expulſe l'air & prend ſa place :* puiſqu'il ne reſte plus d'air dans le vaſe où cette eau s'eſt convertie en vapeur.

II°. Que l'*eau en vapeur acquiert un volume quatorze mille fois plus grand que dans ſon état naturel :* puiſque cette petite quantité d'eau, qui n'empliſſoit que la quatorze-millieme partie de la capacité DE, l'occupe toute entiere dans ſon état de vapeur. Et la preuve que dans cet état de vapeur, l'eau occupe tout l'eſpace DE, c'eſt qu'elle en expulſe l'air ; & qu'elle ne peut en expulſer l'air, qu'en occupant ſa place, & en réſiſtant efficacement à ſa preſſion permanente.

III°. Qu'*en quittant ſon état de vapeur, l'eau reprend ſa denſité naturelle.* Le froid de la cuvette MN ſe communique au vaſe de verre & à l'eau en vapeur : à l'inſtant, cette eau immenſément dilatée, ſe condenſe, reprend ſon premier état, ſe réduit à un volume 14000 fois moindre. Il ſe forme un vuide dans le vaſe ED ; & la preſſion de l'air extérieur y fait entrer un volume d'eau préciſément égal au volume d'air que l'eau dilatée en avoit chaſſé (702). Or le volume d'eau qui entre dans le vaſe ED, en emplit toute la capacité : donc tout le volume d'air qui étoit dans ce vaſe avant que l'eau fût réduite en vapeur, en a été expulſé par l'eau réduite en vapeur.

Il peut ſe faire peut-être qu'il y ait du plus & du moins dans la raréfaction de l'eau en vapeurs ; qu'un plus grand degré de chaleur donne

une plus grande dilatation dans les vapeurs qu'elle occaſionne : delà peut-être une plus ou moins grande élévation dans les différents nuages qui en réſultent. Mais il eſt certain que cette raréfaction eſt toujours très-grande ; & qu'elle ne s'éloigne pas bien conſidérablement du degré que nous venons de déterminer.

Après avoir expoſé la théorie générale de l'air, il nous reſte à réfuter quelques difficultés qui paroiſſent l'attaquer, & à réſoudre quelques problêmes curieux qui en dépendent & qui n'en ſont qu'une application.

OBJECTIONS A RÉFUTER.

732. OBJECTION I. Si l'air étoit un corps réellement peſant par lui-même, ſa peſanteur devroit mettre en pieces le récipient ou la cloche de verre d'une machine pneumatique. Car ſoit la baſe de cette cloche, égale à un pied quarré : comme la preſſion d'une colonne d'air égale la preſſion d'une pareille colonne d'eau d'environ trente-deux pieds de hauteur ; il s'enſuit que ce récipient ou cette cloche ſoutient un poids égal à celui de trente-deux pieds cubes d'eau, ou un poids de 2240 livres ; poids plus que ſuffiſant pour vaincre l'adhérence des parties du verre entre elles.

RÉPONSE. La peſanteur de l'air eſt un fait auſſi conſtaté & auſſi indubitable, que la peſanteur de l'eau, du marbre, & de tous les corps terreſtres (687) : il ne s'agit donc plus que de tranquilliſer l'imagination ſur certains phénomenes qui, en l'étonnant, la révoltent quelquefois contre une vérité mal enviſagée. (*fig.* 19.)

I°. La cloche de verre eſt faite en forme d'une voûte que preſſe également dans tous ſes points extérieurs le fluide environnant : or l'effet d'une telle preſſion, loin de détruire une voûte, la conſolide. Comme la ſurface intérieure d'une cloche eſt plus petite que ſa ſurface extérieure, on doit enviſager toutes les tranches qui la compoſent, comme autant de coins dont le tranchant eſt en dedans & la baſe en dehors : or un tel aſſemblage de coins ne peut céder à une preſſion uniforme ſur tous les points, qu'autant que la baſe des coins, en compénétrant ſes parties, deviendroit égale au tranchant ; ce qui répugne naturellement. D'ailleurs une telle cloche ne ſera point rompue par la preſſion gravitante d'une colonne d'eau de quarante ou cinquante pieds de hauteur : pourquoi ſeroit-elle rompue par la preſſion gravitante d'une colonne d'air d'égale ou de moindre peſanteur.

II°. Il n'eſt pas difficile de démontrer que la cloche de verre doit à ſa figure à peu près ſphérique ou cylindrique, la vertu qu'elle a de réſiſter à la preſſion de l'air, quand on a produit le vuide. Car ſi on met ſur la platine d'une machine pneumatique, un récipient de verre applati dans quelqu'une de ſes ſurfaces ; auſſi-tôt que l'on pompe l'air intérieur, ce récipient, à moins qu'il ne ſoit extrêmement épais, cede à la preſſion de l'air, éclate avec fracas, & ſe met en mille pieces. La raiſon en eſt, que la preſſion de l'air en tout ſens, ne trouve plus la même réſiſtance dans une ſurface plane, dont les tranches peuvent tendre à ſe mouvoir, ſans tendre à ſe compénétrer.

733. OBJECTION II. Si l'air a réellement la

preſſion & la peſanteur que nous lui attribuons, nous devrions être accablés par le poids de la colonne aérienne qui gravite ſans ceſſe ſur notre corps : la preſſion des colonnes aériennes qui nous environnent de toute part, devroit nous ôter la liberté de marcher; nous rendre incapables d'inſpirer & d'expirer l'air; nous faire éprouver le même ſentiment que nous éprouvons, quand des forces oppoſées compriment les différentes parties de notre corps. Or tout cela eſt contraire à l'expérience.

RÉPONSE. La peſanteur & la preſſion de l'air ne doivent produire aucun des effets ſiniſtres qu'on objecte; comme nous allons le démontrer en détail.

I°. L'air ne doit point *nous accabler par ſon poids.* Pour rendre plus ſenſible cette vérité, ſuppoſons que la colonne aérienne qui gravite ſur nos têtes & ſur nos épaules, ait un pied de longueur ſur un demi-pied de largeur : cette colonne, égale en peſanteur à une pareille colonne d'eau de trente-deux pieds de hauteur, peſera 1120 livres (732): or un tel poids ne doit point nous accabler, ne doit même en aucune maniere nous fatiguer.

Placés dans l'air, comme le poiſſon dans l'eau, nous ne devons pas plus être accablés ou fatigués par le poids de ce fluide, que le poiſſon par le poids de ſon élément. L'action de la colonne ſupérieure eſt détruite par la réaction égale & oppoſée de la colonne inférieure: autant que la colonne aérienne, appuyée ſur notre tête & ſur nos épaules, nous preſſe de haut en bas vers le centre de la terre; autant la colonne aérienne, qui réagit de bas en haut contre nos

jambes & nos pieds, tend à nous porter vers le zénith. Ces deux forces égales & oppoſées ſe détruiſent : pouſſés vers le centre de la terre avec une force égale à 1120 livres, repouſſés vers le zénith avec une force égale à 1120 livres, nous reſtons livrés à notre propre poids, que l'action de nos muſcles & de nos nerfs nous met en état de ſoutenir avec facilité.

Bien plus, loin de devenir plus peſants dans l'air qui gravite ſur nous, nous y devenons effectivement un peu plus légers. Car comme, ſelon les loix de l'hydroſtatique, les ſolides plongés dans les liquides perdent une partie de leur poids, égale au poids du liquide qu'ils déplacent (637) ; de même plongés dans l'air, nous perdons une quantité de notre poids égale au poids de l'air dont notre corps occupe la place : de ſorte que ſi notre corps renferme trois pieds cubes de matieres, il déplace trois pieds cubes d'air ; & perd autant de ſon poids, que peſent trois pieds cubes d'air, c'eſt-à-dire, un peu plus de quatre onces. (644.)

II°. L'air ne doit point *nous empêcher de nous mouvoir* en tout ſens. Car comme la preſſion de l'air s'exerce également en tout ſens ; autant que les colonnes d'air qui nous preſſent par devant, s'oppoſent à notre marche, autant les colonnes d'air qui nous preſſent par derriere, la facilitent ; & ainſi des autres mouvements. Nous reſtons donc, au milieu de l'air qui nous enveloppe de toute part, livrés à la ſimple action de nos muſcles, de nos nerfs, de nos fibres.

III°. L'air ne doit point *nous comprimer d'une maniere nuiſible.* Car l'air intérieur qui ſe renouvelle ſans ceſſe dans nos poumons, qui habite

dans notre eſtomac, dans nos inteſtins, dans tous les pores de notre corps, qui circule dans notre ſang & dans nos humeurs (728), fait équilibre par ſa réaction, avec la preſſion de l'air extérieur. Cette double preſſion oppoſée, loin d'être nuiſible à l'harmonie de la machine animale, contribue au contraire à l'entretenir, à la perfectionner, à la conſolider. Elle donne plus de conſiſtance aux différentes parties, en les appliquant plus intimément les unes aux autres: elle reſſerre & reſtreint les canaux du ſang & des humeurs, où ces liquides ſe meuvent avec d'autant plus de vîteſſe, ſelon l'uſage de tous les liquides, que leurs paſſages ſont plus étroits. L'expérience nous apprend que nous ſommes plus gais, plus vifs, plus actifs, quand l'air eſt plus élaſtique, quand l'air a plus de preſſion: donc cette preſſion de l'air, loin de nous être nuiſible, nous eſt au contraire très-favorable.

IV°. L'air ne doit point *exciter en nous un ſentiment* relatif à ſa preſſion habituelle. Car, ſelon les loix établies par le Créateur, tout ſentiment relatif à un objet, exige une altération, un changement, une affection nouvelle, dans quelqu'un de nos organes: eſt-il donc ſurprenant que nous ne ſentions point la preſſion de l'air, à laquelle nous ſommes perſévéramment habitués depuis notre naiſſance; qui, conſtante & uniforme, agit toujours ſur nous de la même maniere, ſans occaſionner aucune modification nouvelle dans les divers organes du ſentiment?

Quand une légere force affecte inſolitement quelqu'un de mes organes, par exemple, quand une rame de plume chatouille paſſagérement ma main, j'éprouve un ſentiment relatif à cette lé-

gere preſſion : parce qu'il ſe fait dans les fibres de ma main un frémiſſement inſolite, qui fait naître en mon ame un ſentiment ſpirituel relatif à la cauſe de ce frémiſſement organique. Quand l'air preſſe ma main en tout ſens avec une force incomparablement plus grande que celle de la plume en queſtion, je n'ai point de ſentiment relatif à cette preſſion de l'air : parce que cette preſſion que j'éprouve habituellement depuis que j'exiſte, toujours équivalemment de même force & de même nature, ne donne à ma main aucune nouvelle affection, aucune nouvelle maniere d'être, dont mon ame puiſſe être affectée. Bien plus, ſi cette preſſion habituelle de l'air venoit à ceſſer un ſeul inſtant, mon ame auroit un ſentiment relatif à l'abſence de cette preſſion : parce que les organes de ma main, par l'abſence de cette preſſion de l'air, prendroient une nouvelle maniere d'être, qui occaſionneroit à mon ame une ſenſation intérieure relative à la ſenſation organique de ma main. (*Mét.* 176, 192.)

734. OBJECTION III. Si la colonne de mercure étoit ſoutenue dans le barometre par la preſſion de l'air, cette colonne devroit avoir plus d'élévation, quand l'air eſt plus peſant ; devroit avoir moins d'élévation, quand l'air eſt moins peſant : ce qui eſt cependant contraire à l'expérience. Car, lorſque dans un tems nébuleux ou pluvieux, l'air eſt conſidérablement chargé de vapeurs, qui augmentent néceſſairement ſon poids, la colonne de mercure deſcend : & lorſqu'après la pluie, l'air pur & ſerein a perdu avec ſes vapeurs, une partie notable de ſon poids, la colonne de mercure remonte. Donc la ſuſpenſion du mercure dans le barometre, ne

s'accorde point avec les différences de pesanteur dans l'air : donc cette suspension du mercure dans le barometre, n'a point pour cause la pesanteur de l'air : donc elle n'a point non plus pour cause la réaction de l'air, qui est toujours proportionnée à sa pesanteur. (*fig.* 21.)

RÉPONSE. Il est rigoureusement démontré par l'expérience, que la suspension du mercure en colonne dans le barometre, a pour cause la pression de l'air ; puisque la hauteur de cette colonne de mercure, augmente ou diminue, à proportion que l'air qui lui résiste, augmente ou diminue en densité (706) : tout ce qu'on pourroit imaginer de difficultés contre cette vérité démontrée, doit donc nécessairement être frivole & ruineux. Faisons voir cependant qu'il n'est pas impossible de concilier les variations du barometre, avec les variations de l'air qui fait équilibre avec la colonne de mercure tantôt plus & tantôt moins haute. DA, DB, DC.

I°. Quand, dans un tems nébuleux ou pluvieux, l'air est considérablement chargé de vapeurs & d'exhalaisons gravitantes, est-il démontré que les colonnes aériennes soient réellement plus pesantes ? Non : parce que ces vapeurs & ces exhalaisons, quoique pesantes par leur nature, en se plaçant dans l'athmosphere, déplacent un volume d'air égal à leur volume (731). Les colonnes aériennes, qui gravitent contre la colonne de mercure, perdent donc en masse d'air, autant qu'elles acquierent en masse d'eau & d'autres substances hétérogenes.

II°. En vain objecteroit-on que ces vapeurs & ces exhalaisons gravitantes, en enflant la masse d'air dans laquelle elles s'insinuent, donnent plus

d'élévation aux colonnes aériennes, & leur laiſſent toute leur peſanteur intrinſeque, augmentée de la peſanteur de ces ſubſtances hétérogenes. Mauvaiſes raiſons ! Car les colonnes aériennes, enflées par les vapeurs & par les exhalaiſons qui, ſelon les loix de l'équilibre hydroſtatique, vont ſe mettre en équilibre avec leurs différentes couches à plus ou moins de hauteur (652), loin de s'élever & de s'accumuler en forme de montagne au-deſſus de la région qui produit les exhalaiſons & les vapeurs, doivent refluer ſur les colonnes aériennes des contrées voiſines, pour ſe mettre de niveau avec elles. Par exemple, les colonnes aériennes que les vapeurs enflent & dilatent en Franche-Comté dans un tems nébuleux, doivent refluer & ſe précipiter ſur les colonnes aériennes qui ont moins de hauteur en Alſace ou dans quelqu'autre contrée voiſine, où l'air ſe trouvera très-ſec & très-pur dans le même tems. Delà une plus grande hauteur dans la colonne de mercure en Alſace : parce que le mercure y fait équilibre dans cette circonſtance, avec des colonnes d'air qui ont plus de hauteur, plus de peſanteur, plus de reſſort, qu'auparavant.

III°. Dans la même circonſtance d'un tems pluvieux, la colonne de mercure doit avoir moins de hauteur en Franche-Comté : parce que cette colonne de mercure n'a pas ſenſiblement plus de peſanteur, & qu'elle a ſenſiblement moins de reſſort que dans un tems pur & ſerein. La raiſon en eſt, que les vapeurs & les exhalaiſons qui ſont mêlées avec l'air, ont la même peſanteur & non le même reſſort que l'air qu'elles déplacent. La colonne aérienne, qui eſt appuyée ſur

ſur la ſurface du mercure, imprime par ſon poids aux molécules d'air qui touchent le mercure, un reſſort proportionnel à la denſité de cet air comprimé ſur le mercure : & comme cet air comprimé & réagiſſant ſur le mercure, ſe trouve mêlangé avec des vapeurs & des exhalaiſons qui n'ont pas la même élaſticité que ſes molécules, il doit perdre une quantité de ſon reſſort proportionnée à la quantité de molécules aériennes que les ſubſtances étrangeres ont déplacées (731). Delà une moindre réaction dans les molécules aériennes qui luttent par leur reſſort contre la colonne de mercure : delà une moindre hauteur dans cette colonne de mercure, qui doit s'élever d'autant moins haut, que l'action de la force qui l'éleve, eſt plus affoiblie.

IV°. Il eſt certain que les vents, les orages, le froid, le chaud, doivent donner de grandes variations aux colonnes aériennes, qu'ils condenſent & dilatent, qu'ils élevent & abaiſſent alternativement par leur conflit. Delà une infinité de variations dans la cauſe qui opere la ſuſpenſion du mercure dans le barometre, quoique cette cauſe ſoit toujours la même pour le fond, ſavoir, le poids & le reſſort de l'air. Dans un tems d'orage, le barometre peut abſolument être très-élevé : parce que des vents oppoſés peuvent accumuler un grand volume d'air fort denſe & fort élaſtique, ſur la contrée où ſe trouve le barometre. Dans un autre tems d'orage le barometre ſera très-bas : ſoit parce que l'air ſe trouvera moins pur ; ſoit parce que les vents ſouffiant de bas en haut, détruiront en partie la preſſion des colonnes aériennes ; & ainſi de mille autres variations.

735. OBJECTION IV. Un phénomene ſurprenant, dont la découverte eſt due à notre ſiecle, ſemble renverſer ou du moins rendre ſuſpecte toute la théorie de l'air : voici ce phénomene, ou cette expérience. (*fig.* 20.)

Soit un barometre AM*r*, d'environ ſoixante pouces de hauteur, parfaitement vuide d'air & plein de mercure depuis A juſqu'en *r*, & hermétiquement fermé en *r*. Que l'on place ce barometre ſous le récipient d'une machine pneumatique ; & qu'après avoir produit le vuide, on ouvre dans le vuide (699) le barometre en *r*, doucement & ſans agiter le tube & le récipient.

EFFETS. Le barometre AM*r*, après qu'on l'a ouvert en *r*, reſte plein de mercure ; pourvu qu'on n'agite point le tube, & qu'il n'y ait point d'air en A entre le tube & le mercure. Mais s'il y a la moindre bulle d'air en A, ou ſi l'on donne la moindre ſecouſſe au tube AM ; le mercure ſe précipite de A en *r*, & ſe met à peu près de niveau dans le tube & dans la boule. Sur quoi je raiſonne ainſi. Dans le cas où le mercure demeure ſuſpendu en colonne à ſoixante pouces de hauteur au-deſſus de l'ouverture *r*, le mercure ne doit ſa ſuſpenſion ni à la peſanteur ni au reſſort de l'air ; puiſqu'il n'y a plus, ou preſque plus d'air ſous le récipient CND : pourquoi le mercure devroit-il ſa ſuſpenſion en colonne dans le tube, à la peſanteur ou au reſſort de l'air, quand il communique avec l'air que nous reſpirons ?

RÉPONSE. L'explication du phénomene qu'on objecte, a embarraſſé tous les plus grands phyſiciens du monde ; & leurs recherches, ainſi que leurs hypotheſes, n'ont encore produit aucune lumiere bien ſatisfaiſante ſur cet objet. Nous allons

expoſer ce qu'on a dit de plus raiſonnable ſur cette matiere; & faire voir que ce phénomene, quelle qu'en ſoit la cauſe, ne détruit point les principes que nous avons établis dans la théorie de l'air.

EXPLICATION I. M. de Mairan admet une double eſpece d'air, un *air plus groſſier*, qui ne peut aucunement paſſer à travers les pores du verre; un autre *air plus ſubtil*, qui a un facile accès à travers les pores du verre. Dans cette hypotheſe,

I°. La *preſſion de l'air groſſier* ſoutient le mercure à environ 28 pouces de hauteur dans un barometre expoſé à l'action de l'air extérieur: parce qu'il n'y a point d'air groſſier dans le tube au-deſſus du mercure, pour combattre & détruire la preſſion de l'air extérieur.

II°. La *preſſion de l'air ſubtil*, qui lutte auſſi contre la colonne de mercure, porteroit le mercure à une beaucoup plus grande hauteur, ſi ſon action n'étoit pas combattue & détruite par la réaction de l'air ſubtil qui ſe trouve dans le tube au-deſſus de la colonne de mercure d'environ 28 pouces de hauteur.

III°. Quand on a placé le barometre ſous le récipient d'une machine pneumatique; à meſure qu'on pompe l'*air groſſier*, le mercure deſcend proportionnellement à la raréfaction de cette eſpece d'air; & l'air ſubtil, qui paſſe facilement à travers les pores du verre, & qui reſte toujours en équilibre avec l'air ſubtil placé dans le récipient & hors du récipient, s'inſinue dans le vuide que laiſſe le mercure en s'abaiſſant.

IV°. Quand le tube eſt parfaitement rempli de mercure, le mercure adhere au verre, en

bouche les pores, empêche l'*air ſubtil* de s'y inſinuer. Comme alors il n'y a dans le tube, au-deſſus du mercure, aucun air ſubtil, qui puiſſe réagir contre l'air ſubtil du récipient; la preſſion de cet air ſubtil du récipient, qui conſerve & déploie toute ſon action, ſoutient le mercure à une élévation de ſoixante pouces.

V°. Mais ſi on agite le tube parfaitement plein de mercure, la colonne de mercure, que cette ſecouſſe ébranle, perd ſon adhérence aux parois du verre, ſe précipite en bas, & ſe met à peu près de niveau dans le tube & dans la boule: parce que l'*air ſubtil* s'inſinue dans le tube par le moyen des pores auxquels le mercure ceſſe d'être appliqué & adhérent; & que cet air ſubtil, par ſa réaction au-deſſus de la colonne de mercure, détruit la preſſion de l'air ſubtil qui luttoit contre cette même colonne de mercure.

Telle eſt l'explication que donne de ce phénomene, un des plus grands phyſiciens de notre ſiecle. Mais cette explication, quoiqu'ingénieuſe, nous paroît ſouffrir de grandes difficultés. L'exiſtence de cet air ſubtil eſt-elle ſuffiſamment établie par le phénomene auquel on la fait ſervir d'explication? L'exiſtence de cet air ſubtil peut-elle ſe concilier avec la grandeur des vuides que l'immortel Newton a démontrée dans la maſſe de l'air? Comment cet air ſubtil, qui paſſe ſi facilement à travers les pores infiniment petits du verre le plus compacte, n'a-t-il abſolument aucun accès à travers les pores du mercure, où paſſe ſi facilement le froid, le chaud, la matiere électrique? &c. &c.

EXPLICATION II. Quelques phyſiciens penſent que la ſuſpenſion du mercure, à ſoixante

pouces de hauteur dans le vuide, a pour cauſe l'*affinité du mercure & du verre;* affinité qui contre-balance & détruit la peſanteur du mercure, quand le mercure a par-tout une intime union avec le verre. Mais il faut pour cela, diſent-ils, que la colonne de mercure ait très-peu d'épaiſſeur, & qu'aucune ſecouſſe ne déſuniſſe en aucun point le mercure & le verre : ſans quoi, la force de peſanteur devenant plus grande que la force d'affinité, le mercure s'affaiſſe ſous ſa gravité, d'abord dans un point, dans une ou pluſieurs molécules, & enſuite dans toute la colonne.

RÉSULTAT. Quoi qu'il en ſoit de cette double explication, il eſt clair, ſelon l'axiome général, que *ce qu'il y a de certain & d'évident dans un phénomene, ne doit point être détruit par ce qu'il y a d'obſcur & d'incertain.* Il eſt certain, en premier lieu, que la ſuſpenſion ordinaire du mercure à environ 28 pouces au-deſſus du niveau, a pour cauſe la *peſanteur* & le *reſſort* de l'air (706). Il eſt certain, en ſecond lieu, que la ſuſpenſion inſolite qu'on objecte, eſt due à quelque autre cauſe diſtinguée des deux précédentes; laquelle cauſe, quoiqu'inconnue, ne doit point rendre douteuſes & ſuſpectes, les deux cauſes dont l'influence eſt conſtatée par des expériences ſenſibles & irréfragables. Il n'eſt point improbable d'ailleurs que ce phénomene ait pour cauſe l'adhérence du mercure au verre; adhérence occaſionnée par l'affinité de ces deux ſubſtances, & aidée peut-être par la preſſion d'un air plus ſubtil que celui que peut ſoutirer la machine pneumatique. Le phénomene qu'on objecte, ne détruit donc point la théorie de l'air, que nous avons donnée & démontrée,

PROBLÊMES A RÉSOUDRE.

736. PROBLÊME I. *Trouver le rapport de peſanteur entre l'air & l'eau.* (fig. 26.)

SOLUTION. I°. Après avoir mis en équilibre ſur une balance bien exacte, le balon de verre ACBD plein d'air d'une part, & un poids égal de l'autre (687); que l'on pompe l'air de ce globe, & qu'on le remette ſur la même balance: ce globe, privé de l'air qu'il renfermoit dans ſa capacité aſſez conſidérable, ne fera plus équilibre avec le poids oppoſé. Le poids qu'il faudra ajouter à ce globe pour rétablir l'équilibre, ſera *le poids de l'air* que la machine pneumatique en a extrait.

II°. Que l'on plonge l'orifice A de ce globe vuide d'air, dans une eau exactement purgée d'air, & que l'on ouvre le robinet A: la preſſion de l'air extérieur fera entrer dans le globe, par le tuyau perpendiculaire AB, un volume d'eau préciſément égal au volume d'air qui en avoit été ſoutiré (702). Que l'on remette ce globe ſur le même bras de balance; & que l'on ajoute ſur le baſſin oppoſé, un poids ſuffiſant pour rétablir l'équilibre. Le poids qu'il faudra mettre ſur le baſſin oppoſé, *ſera le poids d'un volume d'eau égal au volume d'air*, dont a déja trouvé le poids.

III°. Que l'on compare les deux poids trouvés, ſavoir, le poids du volume d'air ſoutiré, & le poids du volume d'eau qui lui a été ſubſtitué: leur rapport ſera le rapport de peſanteur entre l'air & l'eau. C'eſt par de ſemblables expériences qu'on a trouvé que la peſanteur ſpécifique de l'air, eſt à la peſanteur ſpécifique de l'eau, environ comme 1 eſt à 800.

Comme ces expériences, assez simples en apparence, extrêmement délicates dans la réalité, exigent une infinité de soins & d'attentions dans celui qui les fait, & que d'ailleurs l'air & l'eau souffrent de grandes variations dans leur nature, soit à raison de leurs différents degrés de dilatation & de condensation, soit à raison des corpuscules hétérogenes qui leur sont toujours mêlés en plus ou moins grande quantité; on ne doit pas être surpris des différences notables qui se trouvent dans les résultats des expériences faites en ce genre en différents tems & en différents lieux. Nous avons pris, avec M. Nollet, dans les différents rapports trouvés, un rapport moyen entre les plus grands & les plus petits, le rapport de 1 à 800.

737. PROBLÊME II. *Trouver à peu près le poids de toute l'athmosphere, ou de toute la masse d'air qui enveloppe le globe terrestre.*

SOLUTION. En supposant que l'étendue de la surface terrestre est assez exactement connue; que cette surface, envisagée dans sa généralité, compensation faite du plus & du moins, a équivalemment par-tout la même élévation au-dessus de la mer, qu'à Paris; que les colonnes aériennes, plus pesantes au niveau de la mer, moins pesantes au-dessus du niveau de la mer, ont pour pesanteur moyenne celle qu'elles ont à Paris, & qui soutient l'eau dans le vuide, à environ trente-deux pieds de hauteur; on peut résoudre ainsi ce problême de pure curiosité, dans lequel on ne doit pas s'attendre, à beaucoup près, à une précision mathématique.

I°. Une colonne d'air fait équilibre avec une colonne d'eau de même baſe & de trente-deux pieds de hauteur : donc le poids d'une colonne d'eau de trente-deux pieds de hauteur étant connu, il eſt facile de connoître le poids d'une égale colonne d'air ; puiſque leur poids eſt le même. (703.)

II°. Soit une colonne d'eau d'un pied quarré de baſe, & de trente-deux pieds de hauteur : elle aura trente-deux pieds cubes d'eau. Le pied cube d'eau peſant 70 livres, trentre-deux pieds cubes peſeront 2240 livres. Chaque colonne d'air appuyée ſur un pied quarré de la ſurface terreſtre, peſe donc 2240.

III°. Il y a dans l'athmoſphere autant de colonnes de 2240 livres, qu'il y a de pieds quarrés dans la ſurface ſolide ou liquide du globe terreſtre ; c'eſt-à-dire, environ 4,838,052,829,484,160 pieds quarrés (496) : donc en multipliant ce dernier nombre par 2240, on aura le poids de toute la maſſe d'air qui enveloppe notre globe, ou un poids d'environ 10,837,238,338,042,518,400 livres.

S'il exiſte dans la nature *un air plus ſubtil* que celui qui eſt ſoumis à nos obſervations, que celui que nous condenſons & que nous raréfions à notre gré ; cet air plus ſubtil, ou ne gravite point ſenſiblement, ou ſa gravitation ſe confond avec celle de l'air plus groſſier.

HAUTEUR DES MONTAGNES.

738. OBSERVATION. Tout le monde ſait que, toutes choſes étant égales d'ailleurs, la colonne de mercure dans un barometre devient d'autant

plus courte, que le barometre eſt placé à une plus grande élévation au-deſſus du niveau de la mer. Par exemple, ſi on a dans une chambre deux barometres dont les colonnes de mercure ſoient parfaitement égales en hauteur, & que l'on porte l'un des deux au haut d'une tour ou d'un roc, à environ onze ou douze toiſes de hauteur perpendiculaire; on trouvera que la colonne de mercure aura une ligne de moins en hauteur dans le barometre ſupérieur, que dans le barometre inférieur. (*fig.* 21.)

Mais de quelle quantité préciſe doit s'élever le barometre au-deſſus d'une hauteur donnée, pour que la colonne de mercure s'abaiſſe ſucceſſivement d'une ligne? C'eſt ſur quoi les obſervations, faites en différents tems & en différents lieux, ne ſont pas exactement d'accord.

I°. Le pavé de la ſalle de l'Obſervatoire royal à Paris, eſt élevé d'environ 46 toiſes au-deſſus du niveau de la mer à Breſt (*); & dans un

(*) REMARQUE. I°. Selon M. Chappe, le pavé de la ſalle de l'Obſervatoire royal à Paris, eſt élevé de 45 toiſes 3 pieds 5 pouces, au-deſſus du niveau de la mer à Breſt: ce qui, joint à la hauteur où eſt ordinairement placée la ſurface inférieure du mercure dans le barometre, revient aux 46 toiſes dont nous allons parler. Dans cette ſalle, ſelon le même auteur, la colonne de mercure a quatre lignes & un douzieme de ligne de moins en hauteur, que la colonne correſpondante à Breſt. *Voyage en Siberie*, de M. Chappe, *tom. II*, *pages* 444 & 406.

II°. Selon M. Nollet, cette même ſalle eſt élevée de 46 toiſes au-deſſus du niveau de l'Océan, & de 45 toiſes au-deſſus du niveau de la Méditerranée. La colonne du mercure y a environ quatre lignes de moins en hauteur,

barometre placé dans cette ſalle, le mercure, dans ſa plus grande hauteur, par exemple, ſe tient toujours environ quatre lignes plus bas, qu'au bord & au niveau de la mer à Breſt ou au Havre. On peut dire la même choſe de la hauteur moyenne de la colonne de mercure; hauteur moins grande d'environ quatre lignes dans la ſalle de l'Obſervatoire, qu'à Breſt ou au Havre : ce qui donneroit onze toiſes & demie d'élévation, pour chaque ligne d'abaiſſement dans le mercure.

II°. La montagne appellée Puy-de-Dôme en Auvergne, a 400 toiſes de hauteur perpendiculaire, du moins dans l'endroit où ſe fit l'expérience ſuivante. Deux barometres parfaitement d'accord ſe trouvant placés le même jour, l'un au pied & l'autre au ſommet de la montagne; la colonne de mercure dans le premier fut de

---

que la colonne correſpondante dans un barometre placé aux bords & au niveau de l'Océan : ſoit que l'on prenne la plus grande hauteur, ſoit que l'on prenne la hauteur moyenne de ces colonnes. La hauteur moyenne de la colonne de mercure dans cette ſalle, eſt d'environ 27 pouces & demi. Il y a dans ce volume, pag. 35, relativement à la hauteur de cette ſalle de l'Obſervatoire, une faute qui ſera marquée & corrigée dans l'errata, à la fin de ce même volume.

III°. Selon M. Chappe (dans le même ouvrage, pag. 444) le *niveau de la Seine* à Paris ſous le pont Royal, eſt de 21 toiſes 1 pied 7 pouces au-deſſus du niveau de la mer à Breſt : telle eſt auſſi la hauteur que donnent MM. Caſſini au même niveau de la Seine dans ſa hauteur moyenne, au-deſſus du niveau de la mer. La ſalle de l'Obſervatoire a donc environ 24 toiſes & demie d'élévation au-deſſus du niveau de la Seine ſous le pont Royal.

26 pouces trois lignes; & la colonne du ſecond ne fut que de 23 pouces 2 lignes. La différence de ces deux colonnes au-deſſus du niveau, ſe trouva donc de 37 lignes : ce qui donneroit environ onze toiſes de hauteur perpendiculaire, pour chaque ligne d'abaiſſement dans la colonne du mercure.

III°. Après des obſervations faites ſur cet objet en différents lieux & en différents tems, M. Caſſini évalue à 10 toiſes & 5 pieds, la partie de la colonne aérienne qui fait équilibre avec une ligne de mercure; M. de la Hire l'évalue à 12 toiſes; M. Picard, à 14 toiſes 1 pied 4 pouces; M. Vallerius, ſavant Suédois, à 10 toiſes 1 pied 4 lignes. Ce dernier commença ſes obſervations dans une profonde caverne, & les continua juſqu'au ſommet d'une petite montagne voiſine : ce qui doit avoir diminué le réſultat qu'il donne, comme nous l'obſerverons bientôt.

IV°. Si la colonne d'air étoit par-tout d'égale denſité dans ſes différentes hauteurs, on pourroit, en prenant une meſure moyenne entre ces différentes obſervations, attribuer à une ligne de hauteur dans le mercure, ſans crainte d'erreur ſenſible, une colonne d'air de 12 toiſes de hauteur : ce qui quadreroit aſſez bien & avec les obſervations que nous venons de rapporter, & avec la peſanteur ſpécifique que nous attribuons à l'air relativement à l'eau & au mercure. Mais comme l'air a une denſité proportionnelle au poids qui le comprime (691); il eſt clair que l'air doit être plus denſe au pied d'une montagne qu'au ſommet : d'où il s'enſuit que ſi douze toiſes d'air ſont préciſément équilibre avec une ligne de mercure au pied d'une montagne; douze

toiſes d'un air moins denſe ne ſuffiront plus pour faire équilibre avec une ligne de mercure au ſommet de la montagne.

V°. Cette derniere théorie s'eſt trouvée parfaitement d'accord avec l'expérience, par exemple, avec les obſervations faites le plus ſoigneuſement par MM. Caſſini, Maraldi, & Chazelles, en Auvergne, en Languedoc, en Rouſſillon; avec les obſervations plus récentes encore, faites avec le plus grand ſoin par M. Chappe, & par pluſieurs autres ſavants, en différentes contrées. Ainſi,

RÉSULTAT. Il conſte par les obſervations les plus récentes & les plus exactes, que *depuis le niveau de la mer juſqu'à mille ou douze cents toiſes de hauteur perpendiculaire au-deſſus de ce niveau, on peut compter environ dix toiſes d'élévation, pour chaque ligne d'abaiſſement dans la colonne du mercure; en ajoutant un pied à la premiere dixaine de toiſes, deux pieds à la ſeconde, trois pieds à la troiſieme, quatre pieds à la quatrieme, & ainſi de ſuite.*

Ce rapport ou ce réſultat, qui ſert maintenant de regle en ce genre, pourroit peut-être concilier, du moins en grande partie, les différentes obſervations dont nous venons de parler.

739. PROBLÊME III. *Meſurer, par le moyen du barometre, la hauteur perpendiculaire d'une montagne au-deſſus du niveau de la mer.* (fig. 21.)

SOLUTION. I°. Ayant deux barometres parfaitement correſpondants, laiſſez-en un au bord & au niveau de la mer avec un obſervateur attentif; & portez l'autre au ſommet de la montagne dont on veut trouver la hauteur: les deux colonnes de mercure auront une inégale

hauteur perpendiculaire ; que l'un & l'autre obſervateur meſureront avec la plus grande préciſion poſſible, en faiſant attention aux variations qu'un changement dans l'athmoſphere peut quelquefois cauſer au barometre d'une heure à l'autre.

II°. Suppoſons que la différence de hauteur dans les deux colonnes de mercure ait été ſans variation, de 15 lignes ; & que le barometre inférieur ſoit placé au niveau de la mer. Par le dernier réſultat de l'obſervation précédente, la différence de hauteur entre les deux ſtations où étoient placés les deux barometres, ſera de 150 toiſes + 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9 + 10 + 11 + 12 + 13 + 14 + 15 pieds, qui ſont 120 pieds, ou 20 toiſes. La ſtation ſupérieure aura donc à peu près 170 toiſes de hauteur perpendiculaire au-deſſus de la ſtation inférieure qui eſt au niveau de la mer. Je dis *à peu près :* car cette meſure ne donne jamais une préciſion parfaite ; ſoit parce qu'il eſt très-difficile de meſurer ſans aucune petite erreur, la hauteur préciſe des colomnes de mercure ; ſoit parce que la regle ſur laquelle elle eſt fondée, peut abſolument ne pas quadrer parfaitement avec toutes les températures & avec toutes les variations de l'athmoſphere.

III°. Si la ſtation où eſt placé le barometre inférieur eſt conſidérablement plus élevée que le niveau de la mer ; il faut connoître du moins à peu près cet excès d'élévation, avant de déterminer la différence de hauteur perpendiculaire qui ſe trouve entre les ſtations des deux barometres : puiſque le nombre de pieds qu'il faut ajouter aux dixaines de toiſes pour chaque ligne

d'abaiſſement dans le mercure du barometre ſupérieur, dépend de la hauteur qu'a déja le barometre inférieur au-deſſus du niveau de la mer. Par exemple, ſuppoſons que le barometre inférieur, au lieu d'être au bord & au niveau de la mer, ſoit plus ou moins loin de la mer à 50 toiſes de hauteur perpendiculaire au-deſſus du niveau de la mer: le nombre de pieds à ajouter aux quinze lignes d'abaiſſement, au lieu de commencer par le nombre 1 qui correſpond à la premiere dixaine de toiſes au-deſſus du niveau de la mer, doit commencer par le nombre 6 qui correſpond à la ſixieme dixaine de toiſes. Le nombre de pieds à ajouter pour les 15 lignes d'abaiſſement dans la colonne du barometre ſupérieur, ſera donc 6 + 7 + 8 + 9 + 10 + 11 + 12 + 13 + 14 + 15 + 16 + 17 + 18 + 19 + 20: ce qui fait 195 pieds, au lieu de 120 pieds. Dans ce cas la différence des deux ſtations ſera 182 toiſes & demie, au lieu de 170 toiſes.

IV°. Si la montagne dont on cherche la hauteur par le moyen du barometre, a une élévation exceſſive, par exemple, une élévation perpendiculaire de trois ou quatre mille toiſes au-deſſus du niveau de la mer à la même latitude; il eſt vraiſemblable que la hauteur qu'on trouvera en ſuivant la progreſſion aſſignée (738. V°.), ſera un peu moindre que la hauteur réelle de cette montagne (742). Dans ce cas, pour avoir avec plus de préciſion la hauteur perpendiculaire de cette montagne, il faudra joindre les meſures géométriques (*Math.* 425), aux meſures du barometre; & corriger ou rectifier, autant qu'il ſera poſſible, les unes par les autres.

V°. Quand les montagnes dont on cherche la

hauteur perpendiculaire au-deſſus du niveau de la mer, ne s'élevent pas au-deſſus de mille ou douze cents toiſes; la meilleure méthode pour trouver cette hauteur, c'eſt celle que nous venons d'expoſer. Cette méthode eſt préférée par les modernes géometres, aux méthodes mêmes géométriques: parce que les vapeurs & les exhalaiſons qui enveloppent ces montagnes auprès de l'horiſon, étant tantôt plus & tantôt moins denſes, réfractent tantôt plus & tantôt moins la lumiere; font varier trop inégalement la direction du rayon viſuel; & donnent d'un jour à l'autre, au même lieu, des angles ſenſiblement différents. (1231 & 1045. VIII°.)

Cette inégalité de réfraction diminue à meſure que les montagnes acquierent conſidérablement plus de hauteur: parce que les vapeurs & les exhalaiſons plus épaiſſes, ne s'élevent pas ou s'élevent en beaucoup moindre quantité juſqu'à leurs ſommets; & que d'ailleurs on peut ſaiſir ces ſommets par des rayons viſuels qui approcheront plus du zénith, où la réfraction eſt nulle (1229). Ainſi, quand les montagnes dont on cherche la hauteur, ont environ une lieue & demie de hauteur perpendiculaire; nous penſons que les méthodes géométriques peuvent donner avec plus de préciſion cette hauteur.

740. PROBLÊME III. *Trouver à peu près, par le moyen du barometre, l'élévation d'un lieu fort éloigné de la mer, par exemple, de Beſançon, au-deſſus du niveau de la mer.*

SOLUTION. Comme la colonne de mercure dans le barometre devient d'autant plus courte,

que la ſtation où il ſe trouve, eſt plus élevée au-deſſus du niveau de la mer; on peut comparer la hauteur moyenne du barometre à Beſançon, avec la hauteur moyenne du barometre aux bords & au niveau de la mer dans un lieu de même latitude à peu près, par exemple, à l'embouchure de la Loire.

I°. Soient deux excellents barometres, l'un à Beſançon, & l'autre à l'embouchure de la Seine ou de la Loire: leurs hauteurs moyennes, dans le courant d'une année, doivent différer uniquement à raiſon de la différente élévation qu'ont les deux ſtations où ils ſont placés; comme la hauteur moyenne du barometre dans l'Obſervatoire de Paris, differe de la hauteur moyenne du barometre à Breſt, de quatre lignes, à raiſon des 46 toiſes d'élévation qu'a la ſalle de l'Obſervatoire de Paris au-deſſus du niveau de la mer au Havre ou à l'embouchure de la Loire.

II°. La hauteur moyenne du barometre au Havre & à Breſt, eſt de 27 pouces 10 lignes: elle eſt de 27 pouc. 6 lignes dans la ſalle de l'Obſervatoire à Paris: elle eſt de 27 pouces 3 lignes à Beſançon: il y a donc 7 lignes de différence entre la hauteur moyenne du barometre à Beſançon, & la hauteur moyenne du barometre au niveau de l'Océan.

III°. En appliquant ici la regle du problême précédent, & en conſidérant Beſançon & l'embouchure de la Seine ou de la Loire, comme deux ſtations de différente hauteur où ſont placés deux barometres correſpondants; on peut évaluer à peu près la hauteur de Beſançon au-deſſus du niveau de la mer, à 70 toiſes + 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 pieds: ce qui donneroit

à

à Beſançon environ 75 toiſes au-deſſus du niveau de la mer.

En ſuppoſant au Doux, de Beſançon juſqu'à la Méditerranée, une demi-ligne de pente par toiſe, la moitié plus que n'en a la Seine en coulant de Paris à l'Océan (627), on auroit à peu près la même élévation pour Beſançon; & la vîteſſe que devroit avoir le Doux dans ſon cours total, d'après cette ſuppoſition, ne s'éloigneroit pas beaucoup de celle qu'il a en réalité, depuis Beſançon juſqu'au golfe de Lyon dans la Méditerranée.

Quoique cette méthode ne donne pas des meſures bien préciſes, & qu'on ne puiſſe en attendre que des à-peu-près; on peut cependant s'en contenter en mille occaſions, où les meſures plus exactes ne peuvent avoir lieu, & où les à-peu-près ſuffiſent pour donner toute la lumiere dont on a beſoin.

HAUTEUR DE L'ATHMOSPHERE.

741. EXPÉRIENCE. Soit ABC, un corps quelconque à reſſort, par exemple, un fleuret d'acier, ou un rameau d'oſier, qui, livré à lui-même, prendroit la direction AD; & qu'un certain nombre de poids égaux infléchit dans la direction ABC. (*fig.* 33.)

Si on décharge peu à peu ce corps infléchi & élaſtique ABC, ôtant d'abord le poids *a*, enſuite le poids *b*, enſuite le poids *c*, enſuite le poids *a*, & ainſi du reſte juſqu'au dernier poids *h*; quoique tous ces corps ſoient d'égale peſanteur & d'égale force, on obſervera:

I°. Que le reſſort ſe débande de C vers D;

par des quantités qui vont toujours en augmentant, & qui ſuivent d'abord une proportion aſſez conſtante d'augmentation, par exemple, 10 + 1, 10 + 2, 10 + 3, 10 + 4.

II°. Que ſur la fin, quand on ôte les derniers poids *fgh*, le développement ou l'extenſion du reſſort ſe fait dans des rapports beaucoup plus grands; par exemple, 10 + 6, 10 + 9, 10 + 13, 10 + 19.

III°. Que ſi on avoit d'abord eſtimé l'extenſion totale que devoit prendre le reſſort, par la quantité qu'ont donné les trois ou quatre premiers poids levés *abcd*, on l'auroit jugé moindre qu'elle ne doit être : par exemple, on auroit jugé que le reſſort ABC, en ſe déployant en pleine liberté après tous les poids levés, devoit parcourir l'arc CM; au lieu qu'il doit s'élever beaucoup plus haut en D.

742. APPLICATION. Il eſt très-vraiſemblable que l'air, qui eſt un corps d'une élaſticité parfaite, eſt ſoumis à cette même loi de développement; que juſqu'à une certaine hauteur, par exemple, d'environ mille ou douze cents toiſes, il ſuit aſſez réguliérement la progreſſion de développement que l'expérience a fait découvrir (738. V°.) : mais qu'à des hauteurs beaucoup plus grandes, par exemple, de trois ou quatre mille toiſes & au-delà, à meſure que la peſanteur diminue & que la force centrifuge augmente, ſa raréfaction & ſon expanſion deviennent conſidérablement plus grandes, que ne le marque la progreſſion obſervée auprès de la terre : ce qui fait qu'il faut une plus grande portion de colonne aérienne, pour faire équilibre avec une ligne de mercure.

Par exemple, ſi la progreſſion dont nous venons de parler, avoit lieu dans toute hauteur; à deux mille toiſes d'élévation, il faudroit ſimplement une portion de colonne aérienne de 10 toiſes + 200 pieds, pour faire équilibre avec une colonne de mercure. Il faudroit enſuite une portion de colonne aérienne de 10 toiſes + 201 pieds, pour faire équilibre avec la ligne ſuivante de mercure.

Mais ſi l'air, à cette hauteur de deux mille toiſes, ſe déploie & ſe débande dans un plus grand rapport qu'auprès de la ſurface terreſtre, & qu'il faille 10 toiſes + 212 pieds d'air, enſuite 10 toiſes + 215 pieds, enſuite 10 toiſes + 219 pieds, enſuite 10 toiſes + 224 pieds, enſuite 10 toiſes + 231 pieds, enſuite 10 toiſes + 240 pieds, & ainſi du reſte, pour faire ſucceſſivement équilibre avec les différentes lignes d'élévation qu'a encore le mercure dans le barometre; on conçoit aiſément que l'athmoſphere aura une élévation très-conſidérablement plus grande, que celle qu'on auroit trouvée en calculant cette hauteur ſelon la progreſſion aſſez conſtante & aſſez uniforme que ſuit la preſſion de l'air auprès de la ſurface de la terre, & qui ne doit plus être la même dans un grand éloignement, où les derniers poids qui le compriment, donnent lieu à une expanſion irréguliérement plus grande de ſon reſſort.

743. PROBLÊME IV. *Eſtimer conjecturalement, par le moyen du barometre, la hauteur de l'athmoſphere au-deſſus du niveau de la mer.* (fig. 21.)

SOLUTION. I°. Comme la colonne de mercure AD, à meſure que le barometre s'éleve en

hauteur perpendiculaire au-deſſus du niveau de la mer, s'abaiſſe aſſez réguliérement d'une quantité connue relativement à la hauteur qu'il atteint (738. V°.); ſuppoſons le barometre porté à une hauteur, où, ſelon cette progeſſion connue d'abaiſſement, la colonne de mercure doive deſcendre juſqu'au niveau DN, dans le réſervoir inférieur NH. En ſuppoſant 28 pouces de hauteur à la colonne de mercure AD, auprès de la ſurface de la terre & au niveau de la mer; à quelle hauteur devroit s'élever le barometre, ſelon la progreſſion d'abaiſſement que l'expérience a fait découvrir, pour perdre toute ſon élévation AD?

En réduiſant les 28 pouces en lignes, on aura 336 lignes de hauteur dans la colonne de mercure: chaque ligne de mercure fait équilibre avec une colonne d'air de 10 toiſes & un nombre croiſſant de pieds: ce qui donnera 3360 toiſes, plus 56616 pieds (*Mat.* 232.) qui font encore 9436 toiſes. La hauteur de l'athmoſphere, ſelon cette premiere ſupputation, ſeroit donc de 12796 toiſes, qui font environ ſix lieues. Il eſt certain que l'athmoſphere ne peut avoir moins de 12796 toiſes d'élévation au-deſſus du niveau de la mer: nous allons obſerver qu'elle en doit avoir beaucoup plus.

II°. Si l'air ſe raréfioit dans toute la hauteur de l'athmoſphere, ſelon la même progreſſion qu'il ſuit juſqu'à la hauteur de mille ou douze cents toiſes; la hauteur de l'athmoſphere ſeroit ſimplement, comme nous venons de la calculer, d'environ ſix lieues. Mais ſi au-deſſus de mille ou deux mille toiſes, l'air ſe débande & ſe raréfie dans un beaucoup plus grand rapport, comme

cela doit arriver à meſure qu'il perd différentes parties du poids qui l'infléchit & le comprime auprès de la terre (741.); il eſt clair que l'athmoſphere doit avoir une élévation conſidérablement plus grande que celle que donneroit la ſupputation que nous avons développée.

Comme il nous eſt impoſſible de faire des expériences ſur l'air, dans une élévation ſupérieure à celles de nos plus hautes montagnes; on conçoit aiſément que la moyenne & la haute région de l'athmoſphere échappent néceſſairement à nos obſervations. On ne peut donc connoître que conjecturalement les rapports que ſuit l'air dans ſon expanſion & dans ſa raréfaction, au-delà des hauteurs où nous pouvons l'atteindre & le ſoumettre à nos obſervations. Delà l'incertitude ſur la hauteur préciſe de l'athmoſphere.

III°. Il eſt certain que l'athmoſphere a beaucoup plus de ſix lieues de hauteur au-deſſus du niveau de la mer : la plupart des phyſiciens lui donnent communément quinze ou ſeize lieues; ce qui s'accorde aſſez bien avec les lumieres qu'on a tâché de tirer ſur le même objet, du phénomene du crépuſcule, qui n'eſt autre choſe que la lumiere du ſoleil réfractée par l'athmoſphere. MM. de la Hire & Halley, après avoir examiné le crépuſcule & ſes dépendances avec toute la ſagacité du génie, ont conclu avec aſſez de vraiſemblance, que l'athmoſphere devoit s'étendre à environ quinze ou ſeize lieues au-delà de la ſurface du globe terreſtre; pour pouvoir réfracter vers nous, comme il la réfracte, la lumiere du ſoleil, quand cet aſtre eſt

à environ dix-huit degrés au-deſſous de l'horiſon.

744. REMARQUE. Comme l'athmoſphere a les mêmes mouvements, journalier & annuel, que le globe qu'il enveloppe; il eſt très-vraiſemblable que ſa figure eſt la même que celle de la terre, applatie vers les poles & renflée vers l'équateur. Les mêmes cauſes qui produiſent l'abaiſſement des eaux de la mer, en allant de l'équateur vers les poles, doivent produire un ſemblable abaiſſement dans les colonnes aériennes; qui ayant d'autant moins de force centrifuge qu'elles s'éloignent plus de l'équateur, doivent, pour reſter en équilibre avec les colonnes placées plus près ou moins loin de l'équateur, devenir d'autant plus courtes, qu'elles perdent moins de leur gravité. (502. IV°.)

SECONDE SECTION.

NATURE DU SON.

745. OBSERVATION. LE *ſon*, qui a tant d'empire ſur notre ame, qui calme ou émeut ſi puiſſamment nos paſſions; un ſon tendre & plaintif, qui nous touche & nous fait couler de ſi douces larmes; un ſon vif & animé, qui nous arrache à la mélancolie, nous rend à la joie, nous fait treſſaillir, met en jeu nos fibres engourdies, & ſemble nous mouvoir en cadence; un ſon doux & paiſible, qui appaiſe la fureur & déſarme la

férocité ; un ſon fier & menaçant, qui intimide l'audace & la ramene à la crainte ; un ſon ferme & paſſionné, qui fait naître la haine, qui anime à la vengeance, qui enfante le courage & ſoutient la vaillance : tout cela n'eſt qu'*un air modifié.*

Un air modifié par les tymballes & par les tambours, par les clairons & par les trompettes, fait la moitié de la vaillance du ſoldat qu'il anime & tranſporte ; & concourt en grande partie, à la gloire de la nation qui remporte la victoire. Un air modifié par le moyen de divers inſtruments méchaniques, ſe transforme en mélodie & en harmonie, qui intéreſſent l'eſprit, chatouillent le cœur, varient à l'infini les plaiſirs. Et quand cet air, modifié par un organe animé & intéreſſant, devient ſucceſſivement l'image ou d'une belle penſée ou d'un tendre ſentiment ; quelle priſe ne doit-il pas avoir ſur une ame délicate & ſenſible ?

NOTIONS GÉNÉRALES SUR LE SON.

746. DESCRIPTION. Le *ſon en général* eſt un frémiſſement de l'air, occaſionné par la colliſion de deux corps dont les parties ébranlées font frémir comme elles le fluide aérien qui les environne.

I°. Cette définition convient également & au ſon brute d'une charrette qui roule peſamment ſur un pavé, & au ſon mélodieux d'une lyre qu'anime un ſavant Amphion : parce que la charrette & la lyre ont également un frémiſſement de parties inſenſibles, qui ſe communique au fluide environnant ; avec cette différence, que

le frémiſſement des parties inſenſibles eſt peu régulier & peu durable dans la charrette, au lieu qu'il eſt plus régulier & plus durable dans la lyre.

II°. Pour diſtinguer cette double eſpece de frémiſſement, le frémiſſement de la charrette & le frémiſſement de la lyre, on peut donner au premier le nom de *bruit*, & au ſecond le nom de *ſon*. Le premier a pour cauſe la colliſion de deux corps peu élaſtiques : le ſecond a pour cauſe la colliſion de deux corps, dont l'un du moins eſt très-élaſtique.

III°. On nomme *corps ſonore*, un corps élaſtique, ſuſceptible d'un frémiſſement diſtinct & durable dans ſes parties inſenſibles : telle eſt une cloche ; telle eſt une corde de boyau ; comme nous l'expliquerons bientôt.

747. REMARQUE. Le ſon peut être enviſagé, ou dans le corps qui le produit, ou dans le milieu qui le tranſmet, ou dans l'organe qui en eſt affecté, ou dans l'ame qui en a le ſentiment.

I°. Le ſon *dans le corps qui le produit*, eſt un frémiſſement plus ou moins rapide des parties inſenſibles de ce corps ; lequel frémiſſement ſe communique, non à toute la maſſe de l'air environnant, mais uniquement à certaines molécules de l'air environnant, capables de prendre & d'imiter parfaitement le frémiſſement actuel du corps ſonore.

II°. Le ſon *dans le milieu qui le tranſmet* du corps ſonore à l'organe qui en reçoit l'impreſſion, eſt un frémiſſement de certaine eſpece de molécules du fluide aérien ; fluide élaſtique & hétérogene, compoſé de molécules plus groſſieres, qui par leur vibration tranſmettent les

ſons graves, & de molécules plus ſubtiles, qui par leur vibration tranſmettent les ſons aigus.

III°. Le ſon *dans l'organe qui en eſt affecté*, ou dans l'oreille, eſt un frémiſſement déterminé de telle ou telle fibre du limaçon, laquelle ſe trouve à l'uniſſon & du corps ſonore & de telle eſpece d'air que fait frémir le corps ſonore. (*fig.* 51, 52.)

Le *limaçon*, comme nous le dirons encore en donnant la deſcription & la théorie de l'oreille (781. VII°.), eſt une eſpece de claveſſin naturel, compoſé d'une foule innombrable de fibres de différente longueur, de différente épaiſſeur, de différente tenſion. Parmi les fibres du limaçon, l'une eſt à l'uniſſon avec le ton *ut;* l'autre eſt à l'uniſſon avec le ton *re;* celle-ci avec le ton *mi*, celle-là avec le ton *fa;* & ainſi de ſuite: chaque fibre iſolée ne frémit, que quand elle eſt affectée par des molécules aériennes qui ſe trouvent à ſon uniſſon; comme nous l'expliquerons bientôt.

IV°. Le ſon *dans l'ame qui en a le ſentiment*, eſt une ſenſation ſpirituelle, occaſionnée par telle ſenſation matérielle dans l'organe de l'oreille, & relative à la cauſe extrinſeque qui occaſionne primitivement dans l'oreille ce frémiſſement ou cette ſenſation organique (*Mét.* 176). Telle eſt en précis, la théorie du ſon, que nous allons expoſer, établir, & développer en détail.

EXPÉRIENCES FONDAMENTALES SUR LE SON.

748. EXPÉRIENCE I. Soit AXB une corde de claveſſin, ou de violon, ou de vielle, de deux pieds de longueur, tendue & fixée à deux points immobiles A & B, & ſéparée de tout corps

ſolide ou liquide dans ſa longueur AB. (*fig.* 38.)

Si avec un cure-dent ou avec une épingle, on appuie deſſus le milieu X; la corde AB donne un ſon qui dure quelques inſtants; & pendant tout le tems qu'elle réſonne, on la voit décrire des parallélogrammes décroiſſants ACBD, A*c* B*d*. Le ſon s'affoiblit, à meſure que les parallélogrammes décroiſſent; & le ſon ceſſe totalement, à l'inſtant que la corde AXB ceſſe de ſe mouvoir de X vers C & vers D.

I°. On a obſervé que tous les parallélogrammes ACBD, A*c*B*d*, ſont toujours décrits en des tems égaux: c'eſt-à-dire, que la corde en ſe mouvant de X vers C & vers D, ne met ni plus ni moins de tems pour faire ſa premiere & plus grande vibration ACBD, que pour faire ſa derniere & plus petite vibration A*c* B*d*. D'où il s'enſuit que *toutes les vibrations décroiſſantes d'une corde ſonore ſont iſochrones*, ou de même durée.

II°. Quoique le ſon s'affoibliſſe, à meſure & à proportion que les vibrations deviennent plus petites A*c*B*d*; cependant le ſon d'abord plus fort, enſuite plus foible, eſt toujours le même ſon, eſt toujours le ton *ut*, par exemple, plus ou moins ſenſible. D'où il s'enſuit que *ſi la force ou l'intenſité du ſon dépend de la grandeur des vibrations du corps ſonore, la qualité du ſon en eſt totalement indépendante.*

749. EXPÉRIENCE II. Soit la même corde AXB, plus courte de moitié qu'auparavant, & diſpoſée de même. Heurtée par le milieu avec un cure-dent, elle donne un ton qui eſt préciſément l'octave du ton précédent: elle décrit encore des parallélogrammes décroiſſants & iſochrones ACBD, A*c*B*d*; mais elle met exacte-

ment la moitié moins de tems qu'auparavant, à décrire chaque parallélogramme. D'où il s'enſuit, que *la différence des ſons, plus ou moins graves, plus ou moins aigus, dépend de la fréquence des vibrations dans le corps ſonore.*

Il eſt clair que la corde élaſtique AXB, en paſſant rapidement de C en D, de *c* en *d*, doit communiquer ſon mouvement & ſon frémiſſement au fluide élaſtique qui l'environne. Par exemple, ſi on conçoit les molécules aériennes ſous la forme d'un aſſemblage de petits reſſorts infléchis & comprimés DE, il eſt clair que toute la colonne compreſſible & élaſtique DE, doit participer aux vibrations de la corde AXB; & qu'une oreille placée en E, doit être affectée des mêmes vibrations qu'a la corde ſonore.

750. EXPÉRIENCE III. Soit ACB une cloche de verre, ſuſpendue en l'air, & arrêtée fixément en C. Soit auſſi une vis V, fixée auprès de l'extrêmité inférieure de la cloche, & que l'on fera avancer de V vers B, très-près de la cloche immobile, ſans qu'elle la touche. (*fig.* 44.)

Si on frappe légérement pluſieurs coups ſur l'extrêmité AB de cette cloche immobile; on entend un petit frémiſſement ou battement de la cloche contre la vis; & ce battement ou frémiſſement ſubſiſte, tant que dure le ſon de la cloche.

EXPLICATION. On peut regarder une cloche, comme une ſuite de zones circulaires 1, 2, 3, 4, 5, poſées les unes ſur les autres; & chaque zone, comme une corde élaſtique, que la percuſſion fait paſſer de l'état circulaire à l'état elliptique.

Si on prend l'anneau circulaire *a b c d*, pour

une zone de la cloche; on trouvera que cet anneau élaſtique, après la percuſſion, a une ſuite de vibrations très-rapides *m n*, qui imitent aſſez bien les vibrations iſochrones de la corde dont nous venons de parler (748); & ces vibrations *n d m*, *m b n*, *n a m*, *m c n*, en ſe communiquant à l'air environnant, produiſent le ſon.

Plus la cloche eſt grande, plus les vibrations ſont lentes: c'eſt l'image d'une corde plus longue, qui donne un ſon plus grave. Plus la cloche eſt petite, plus les vibrations ſont rapides & fréquentes: c'eſt l'image d'une corde plus courte, qui donne un ſon plus aigu. (749.)

751. REMARQUE. Comme tous les corps ſont poreux (197), on peut conſidérer une corde ou une zone ſonore, ſous l'image de la corde AMB. (*fig.* 43.)

Il eſt clair que la tenſion ou la preſſion, qui fait paſſer alternativement cette corde de C en D & de D en C, doit lui occaſionner & des *vibrations totales* qui affectent toute la corde, & des *vibrations particulieres* qui affectent les différentes parties inſenſibles *a n*, *a n*, de la même corde.

C'eſt principalement au frémiſſement & au battement réciproque des parties inſenſibles *a n*, *a n*, qu'eſt due la production du ſon; comme nous allons le faire voir.

LE SON DANS LE CORPS QUI LE PRODUIT.

752. ASSERTION. *Le ſon dans le corps ſonore, conſiſte formellement dans le frémiſſement de ſes parties inſenſibles, ou dans ſes vibrations particulieres.*

EXPLICATION. On avoit cru d'abord que le

ſon avoit pour cauſe efficiente, pour forme déterminatrice & conſtitutrice de ſon être, les vibrations générales ou totales du corps ſonore, par exemple, les vibrations ABCD, A*b*C*d*, de la corde AXB. (*fig.* 38.)

Mais les réflexions & les obſervations de MM. Perrault, Carré, de la Hire, ont fait évanouir cette fauſſe perſuaſion; & ont prouvé que le ſon doit ſa cauſe formelle au tremblement, au frémiſſement, au battement réciproque des particules inſenſibles *an*, *an*, du corps ſonore. (*fig.* 43.)

Voici quelques expériences qui vont établir & démontrer le ſentiment de ces célebres phyſiciens.

EXPÉRIENCE I. « Que l'on tienne, dit M. » de la Hire, une pincette ſuſpendue ſur le » doigt; & qu'avec l'autre main on preſſe les » deux branches pour les laiſſer échapper enſuite : elles ſe mettent en vibrations, mais elles » demeurent muettes. Au lieu de les mettre en » jeu de cette maniere, qu'on frappe deſſus avec » un doigt ou avec quelqu'autre corps ſolide : » elles feront encore des vibrations, comme » dans la premiere épreuve ; mais pour cette » fois, elles auront un ſon très-intelligible. » Qu'y a-t-il de plus ici, ſinon un tremblement » dans les parties du fer, & que l'on ſent quand » on y porte la main?

» C'eſt donc à des parties qui frémiſſent, dit » M. Nollet, que le ſon doit être attribué; & » après cette expérience, on doit être perſuadé » que toutes les fois qu'il ſera poſſible de ſéparer » ces deux eſpeces de vibrations, on n'aura jamais » aucun ſon avec celles que nous appellons

» totales. Mais quand celles-ci naiſſent des au-
» tres (& c'eſt le cas le plus ordinaire), quoi-
» qu'elles ne faſſent pas le ſon par elles-mêmes,
» elles en reglent cependant la force, la durée,
» & les modifications ».

EXPÉRIENCE II. Si ſur une groſſe enclume on poſe deux globules de marbre, & qu'avec une très-petit clef on frappe légérement la partie inférieure de l'enclume; les globules ſautillent & donnent un ſon. Or qu'eſt-ce qui produit ce ſon? Ce n'eſt point le mouvement total de l'enclume, laquelle évidemment ne ſe déplace point. C'eſt donc le mouvement des parties inſenſibles de l'enclume, mouvement qui ſe communique & ſe tranſmet de la partie inférieure à la partie ſupérieure: puiſque ce ſon ne peut s'expliquer ſans quelque mouvement dans l'enclume.

EXPÉRIENCE III. Une corde de boyau, tendue ſur un violon, donne un beau ſon; tendue ſur des morceaux de plomb, ne donne point ou ne donne que fort peu de ſon. Pourquoi cette différence? Parce que dans le premer cas, les vibrations de la corde font frémir les parties inſenſibles du corps élaſtique ſur lequel la corde eſt tendue: ce qui ne peut avoir lieu dans le ſecond cas, où la corde eſt tendue & agitée ſur un corps non élaſtique, qui n'eſt point ſuſceptible d'un ſemblable frémiſſement dans ſes parties inſenſibles. (*fig.* 38, 43.)

LE SON DANS LE MILIEU QUI LE TRANSMET.

753. ASSERTION. *Le ſon ſe répand & ſe communique par le moyen du fluide aérien, qui participe au frémiſſement des parties inſenſibles du corps ſonore.*

DÉMONSTRATION. I°. Il eſt évident que s'il n'y avoit aucun fluide entre l'oreille & le corps ſonore, les vibrations du corps ſonore exiſteroient en pure perte pour l'oreille qui n'en ſeroit point affectée, & qui par là même ſeroit dans l'impuiſſance de recevoir aucune impreſſion de la part du corps ſonore. La tranſmiſſion du ſon eſt donc due à un fluide interpoſé entre l'oreille & le corps ſonore. (*fig.* 41.)

II°. Il eſt évident que ce fluide, par lequel le ſon eſt porté du corps ſonore juſqu'à l'organe de l'ouie, eſt l'air qui nous environne. Car ſi ſous le récipient d'une machine pneumatique hermétiquement fermée, on ſuſpend une petite cloche; on obſervera, en premier lieu, que le ſon ſe fait entendre, tant que l'air n'eſt point pompé: en ſecond lieu, que le ſon diminue & s'affoiblit très-ſenſiblement, à meſure que l'air que l'on pompe, ſe raréfie ſous le récipient; ce qui prouve que le ſon ceſſeroit totalement, ſi l'on pouvoit ſoutirer l'air entierement: en troiſieme lieu, que ſi au lieu de ſoutirer l'air, on le condenſe dans le récipient, le ſon devient plus fort, à meſure que l'air devient plus denſe. De tout cela, il réſulte évidemment que c'eſt le fluide aérien qui eſt le véhicule du ſon.

III°. Ce fluide aérien participe au frémiſſement des parties inſenſibles du corps ſonore. Car

ce fluide aérien, très-mobile & très-élaſtique par ſa nature, n'a point de frémiſſement en lui-même & par lui-même. S'il doit avoir un mouvement & un frémiſſement pour tranſmettre le ſon, pour affecter l'organe de l'ouie; il eſt clair que ſon mouvement & ſon frémiſſement doivent être ſemblables à ceux du corps autour duquel il eſt répandu, à celui du corps ſonore qui l'agite & l'ébranle.

Comme toutes les molécules aériennes ſont en équilibre entre elles; il eſt clair qu'une petite impulſion imprimée à une portion des molécules aériennes, doit ſe communiquer ſucceſſivement aux molécules voiſines; & qu'à meſure que l'impulſion ceſſe d'agir, les molécules comprimées doivent, par leur reſſort, revenir ſur elles-mêmes: delà le frémiſſement des molécules aériennes, ſemblable & correſpondant au frémiſſement du corps ſonore. C. Q. F. D.

754. OBJECTION. Dans le ſentiment que nous adoptons ſur la tranſmiſſion du ſon, le ſon d'une cloche enfermée ſous le récipient d'une machine pneumatique ne devroit point ſe faire entendre au dehors: puiſque l'air du dehors ne reçoit aucun frémiſſement de la part de l'air agité ſous le récipient, lequel récipient eſt comme un mur impénétrable, qui ſépare efficacement l'air intérieur de l'air extérieur. Il ſemble donc que le milieu deſtiné à tranſmettre le ſon, du corps qui le produit, à l'organe qui en reçoit l'impreſſion, doit être un fluide plus ſubtil que l'air, & qui ait un libre paſſage à travers les pores du verre.

RÉPONSE. Pour réſoudre en plein cette difficulté, nous allons faire voir que la tranſmiſſion du

du ſon ne peut être attribuée à un fluide différent de l'air ; & que le frémiſſement de l'air enfermé ſous le récipient, peut facilement ſe communiquer à l'air extérieur. (*fig.* 41.)

I°. *La tranſmiſſion du ſon ne peut être attribuée à un fluide différent de l'air*, plus ſubtil que l'air, & qui ait un libre paſſage à travers les pores du verre & d'autres corps ſemblables. Car à meſure que l'on ſoutire & que l'on raréfie l'air du récipient par le moyen de la machine pneumatique, le ſon diminue & s'affaiblit : ce qui ne devroit point avoir lieu, ſi le ſon étoit tranſmis par un fluide différent de l'air, qui eût un libre paſſage à travers les pores du verre ; puiſque, dans cette hypotheſe, il y auroit toujours ſous le récipient la même cauſe du ſon, ſavoir, la même cloche deſtinée à le produire, & le même fluide deſtiné à le tranſmettre.

II°. *L'air enfermé ſous le récipient peut communiquer ſon frémiſſement à l'air extérieur.* Car quoique l'air enfermé ſous le récipient n'ait aucune communication immédiate avec l'air extérieur, il a avec l'air extérieur une communication médiate, qui ſuffit pour lui tranſmettre le frémiſſement dont il eſt affecté. Je m'explique. Quand la cloche, ébranlée par le coup de marteau ſous le récipient, imprime ſes vibrations totales & particulieres à la maſſe d'air qui l'environne (750); cet air frémiſſant communique ſon frémiſſement & ſes vibrations aux parties du verre qui le captive : ces parties frémiſſantes du verre communiquent leur frémiſſement & leurs vibrations aux molécules de l'air extérieur qui les environne : cet air environnant communique ſon frémiſſement & ſes vibrations à la maſſe d'air

interposée entre le récipient & l'oreille qui reçoit l'impreſſion du ſon.

Il eſt vrai que la maſſe d'air enfermée ſous le récipient & ébranlée par le frémiſſement de la cloche, doit ébranler bien plus difficilement & bien plus foiblement les parties du verre, qu'elle n'ébranleroit une ſimple maſſe d'air. Mais auſſi s'apperçoit-on aiſément que le ſon de la cloche enfermée ſous le récipient, eſt conſidérablement plus foible & moins ſenſible, que lorſque la même cloche ſonne en plein air hors du récipient.

VARIATIONS DANS LE SON.

755. OBSERVATION. Des principes que nous venons de poſer & d'expliquer, découlent pluſieurs conſéquences qui méritent quelque attention. (*fig.* 38, 44.)

I°. On fait ceſſer le ſon d'une cloche, en la touchant avec la main, ou avec quelqu'autre corps: parce qu'on en interrompt les vibrations. Le mouvement de vibration, imprimé aux différentes zones de la cloche (750), ou périt par la réſiſtance de la main; ou ſe communique & ſe tranſmet à la main, qui ſe ſent d'abord comme piquée par une foule de petites pointes. Par la même raiſon, une cloche fêlée a un ſon moins brillant & moins durable: parce que la fêlure interrompt les vibrations de ſes zones élaſtiques.

II°. Une corde de claveſſin ou de violon, tendue ſur l'inſtrument qui lui eſt analogue, donne un ſon différent de celui qu'elle donneroit tendue en plein air loin de cet inſtrument: parce qu'en faiſant ſes vibrations ſur un violon ou ſur

un claveſſin, elle agite & ébranle une maſſe d'air qui fait frémir comme elle l'inſtrument qui la captive; lequel inſtrument communique à ſon tour le frémiſſement qu'il reçoit & de la corde & de l'air agité par la corde, à la maſſe d'air qui l'environne de toute part. Le ſon du violon, par exemple, réſulte à la fois & du frémiſſement propre aux parties inſenſibles de la corde, & du frémiſſement propre au parties inſenſibles de la caiſſe du violon.

III°. Le ſon devient plus foible, à meſure qu'il s'éloigne du corps ſonore, ou du corps qui le produit: parce que le mouvement de vibration totale & particuliere, doit produire un effet d'autant moindre dans l'eſpece d'air qu'il agite, qu'il ſe communique à une plus grande maſſe de molécules aériennes.

IV°. Une corde de violon, heurtée avec un archet frotté de colophone, ſonne mieux que ſi l'archet étoit liſſe & uni: parce que, par le moyen de la colophane, l'archet, ſemblable à une ſcie très-fine, mord aiſément ſur la corde qui ne peut échapper à ſon impulſion, & qui reçoit une agitation & un frémiſſement d'autant plus grands dans ſes parties ſenſibles & inſenſibles, qu'elle oppoſe plus de réſiſtance au corps qui la met en jeu.

V°. Les corps les plus élaſtiques, toutes choſes étant égales d'ailleurs, ſont les plus ſonores: parce que leur élaſticité les rend plus propres & à recevoir & à conſerver un mouvement de vibration totale & particuliere, propre à la production du ſon. (751.)

VI°. Le ſon ſe fait mieux entendre dans un lieu fermé, qu'en pleine compagne: parce que

le corps ſonore communique plus en plein ſes vibrations totales & particulieres à un air arrêté & captivé, qui ne peut échapper à ſes impulſions ; qu'à un air libre, qui cede trop facilement, & qui échappe en partie à l'action de la force impulſive & comprimante.

VII°. Un porte-voix, un cor de chaſſe, une trompette, donnent un ſon très-fort & très-éclatant : parce que l'air arrêté & captivé dans les concavités ou dans les ſinuoſités de ces inſtruments, reçoit toute l'impulſion du corps ſonore, qui a le tems & la liberté de le comprimer avec plus de force; de ſorte que cet air, échappé de l'inſtrument, communique à l'air extérieur des vibrations incomparablement plus fortes & plus ſenſibles, modifiées par les vibrations propres de l'inſtrument qui les occaſionne.

DIVERSITÉ DES TONS.

756. OBSERVATION I. Il eſt démontré par l'expérience, que la diverſité des tons, plus ou moins graves, plus ou moins aigus, a pour cauſe le plus ou moins de fréquence dans les vibrations totales & particulieres du corps ſonore (749). Quoique le ſon ait principalement pour cauſe les vibrations particulieres ou les vibrations des parties inſenſibles du corps ſonore, il eſt clair que dans la corde AMB (*fig.* 43), les vibrations totales ACBD ne peuvent devenir plus fréquentes & plus rapides de moitié, par exemple, ſans que les vibrations particulieres des parties inſenſibles *an*, qui s'approchent & s'éloignent alternativement les unes des autres, pendant que la corde prend plus ou moins de tenſion dans ſes vibrations totales, deviennent

auſſi de moitié plus rapides & plus fréquentes. *La fréquence des vibrations totales eſt donc communément la meſure de la fréquence des vibrations particulieres*, qui produiſent formellement le ſon. On a obſervé ſur cet objet :

I°. Que *deux cordes qui font dans un même tems un même nombre précis de vibrations, donnent l'uniſſon ;* ou deux ſons parfaitement ſemblables en nature, qui paroiſſent ſe réunir en un ſeul ſon.

II°. Que *deux cordes, dont l'une fait deux fois plus de vibrations que l'autre dans un même tems, donnent deux tons, dont l'un eſt l'octave de l'autre.* La corde dont les vibrations ſont deux fois plus rapides, donne l'octave ſupérieure.

III°. Que celle des deux cordes, qui fait trois vibrations contre deux, donne la *quinte ;* quatre contre trois, la *quarte ;* cinq contre quatre, la *tierce majeure ;* ſix contre cinq, la *tierce mineure.*

Voici en chiffres ces différents tons, relatifs à la différente fréquence des vibrations du corps ſonore ; 1 à 1, l'uniſſon : 2 à 1, l'octave : 4 à 1, la double octave : 3 à 2, la quinte : 4 à 3, la quarte : 5 à 4, la tierce majeure : 6 à 5 la tierce mineure.

757. OBSERVATION II. Il conſte par l'expérience, qu'une corde fait des vibrations d'autant plus fréquentes, qu'elle eſt ou plus courte, ou moins groſſe, ou plus tendue. On a remarqué & découvert ſur cet objet :

I°. Que ſi deux cordes également groſſes & également tendues, *ne different qu'en longueur* le nombre de leurs vibrations en tems égaux, eſt en raiſon inverſe de leurs longueurs. Celle qui eſt deux fois plus courte, fait deux fois plus

de vibrations : elle donne l'octave ſupérieure. Si l'une a trois pieds & l'autre deux pieds de longueur, la plus courte fait trois vibrations, tandis que la plus longue en fait deux : la plus courte donne la quinte.

II°. Que ſi deux cordes également groſſes & également longues, *ne different que par leur degré de tenſion ;* le nombre de leurs vibrations en tems égaux, eſt comme la racine quarrée des puiſſances qui les tendent. Par exemple, ſi elles étoient tendues l'une par un poids d'une livre, l'autre par un poids de neuf livres ; la premiere, dans un tems donné, feroit un nombre de vibrations comme 1, qui eſt la racine quarrée de 1 ; & l'autre, un nombre de vibrations comme 3, qui eſt la racine quarrée de 9.

III°. Que ſi deux cordes également longues & tendues par des poids égaux, *ne different qu'en groſſeur ;* le nombre de leurs vibrations en tems égaux, eſt en raiſon inverſe de leurs diametres. Par exemple, la corde qui a trois fois plus d'épaiſſeur que l'autre, fait dans un tems donné, trois fois moins de vibrations totales, & par là même trois fois moins de vibrations particulieres ; comme nous venons de l'expliquer & de le démontrer. (756.)

On voit par là que, pour accorder deux cordes de même matiere, il faut néceſſairement avoir égard à ces trois choſes ; à leur longueur, à leur groſſeur, à leur tenſion. Sur le violon, on pince les cordes pour rendre le ton tantôt plus & tantôt moins aigu : parce qu'en les pinçant plus ou moins près du chevalet, on les rend alternativement plus ou moins courtes ; leur longueur ne ſe comptant que par l'eſpace

intercepté entre les deux points de contact actuel.

PHÉNOMENES DES CORDES A L'UNISSON.

758. EXPÉRIENCE. Quand deux cordes ſont à l'uniſſon ſur un inſtrument à pluſieurs cordes de différents tons ; ſi avec un cure-dent ou avec un archet, on fait frémir & réſonner l'une des deux cordes à l'uniſſon, ſans toucher l'autre, on verra que celle qui frémit & réſonne, imprime un *petit frémiſſement* ſemblable au ſien, & que l'œil apperçoit diſtinctement, à celle qui eſt à l'uniſſon ; ſans imprimer un pareil frémiſſement aux autres cordes plus ou moins voiſines, plus ou moins tendues, qui ne ſe trouvent pas à l'uniſſon de la corde agitée & ébranlée.

EXPLICATION. I°. La corde ébranlée, en décrivant ſes parallélogrammes (748), ébranle une maſſe d'air qui imite ſes mouvements, ſes *allées* & ſes *venues* CMD, DMC. (*fig.* 43.)

II°. Cette maſſe d'air, qui prend & imite les mouvements de la corde ébranlée & réſonnante, tend par ſon impulſion, à imprimer ſes vibrations, ſes *allées* & ſes *venues*, à toutes les cordes de l'inſtrument : elle ne les imprime cependant ſenſiblement qu'à la corde à l'uniſſon, qu'à la corde qui a une mobilité préciſément égale à celle de la corde réſonnante. Il s'agit de rendre raiſon de cette différence ; & c'eſt ce que nous allons faire.

III°. Il eſt clair que l'impulſion d'une petite colonne aérienne, ébranlée par la corde réſonnante, & imitant les vibrations de cette corde réſonnante, ne peut imprimer ſubitement &

tout à coup un mouvement ſenſible à une maſſe auſſi réſiſtante que l'eſt une corde de boyau ou de laiton ; & que ſi cette colonne aérienne imprime un mouvement ſenſible à une maſſe mille ou deux mille fois plus denſe qu'elle, ce mouvement imprimé doit néceſſairement être le fruit ou l'effet de pluſieurs impulſions ſucceſſives & non détruites, imprimées à la corde de boyau ou de laiton par la colonne aérienne.

IV°. Il eſt clair encore que toutes les cordes de l'inſtrument, perſévéramment expoſées à l'impulſion rapide de la colonne aérienne, devroient à la longue prendre & imiter plus ou moins ſenſiblement les vibrations de la colonne aérienne qui les heurte ; ſi ces cordes avoient toutes une mobilité & une vibratilité analogues à celles de la cauſe qui agit ſur elles. Mais parmi les cordes qui ne ſont point à l'uniſſon de la corde ébranlée & réſonnante qui met en jeu la colonne d'air, les unes ont plus & les autres ont moins de mobilité & de vibratilité que la petite colonne aérienne qui les heurte.

Les *cordes moins mobiles* ne peuvent pas ſuivre la rapidité des vibrations, des allées & des venues CMD, DMC, de la colonne aérienne : elles ne peuvent donc pas prendre un frémiſſement correſpondant & ſemblable à celui de la colonne aérienne, qui trop rapide revient ſur elle-même détruire l'effet primitif de ſon impulſion, avant que cet effet ait eu le tems d'être produit en plein.

Les *cordes plus mobiles* ont fini l'infiniment petite vibration qui leur eſt d'abord imprimée par la colonne d'air, avant que cette colonne ait achevé la ſienne : elles ne peuvent donc non plus aller & venir perſévéramment comme la colonne

aérienne, qui trop tardive détruit néceſſairement l'effet infiniment petit de ſa premiere impulſion, en s'oppoſant au retour de la corde ſur elle-même.

Pour peu que l'on réfléchiſſe ſur le jeu de deux reſſorts qui agiſſent & réagiſſent l'un ſur l'autre, on conçoit facilement que leurs actions ne peuvent être réciproques, ſoutenues, efficaces; qu'autant que leur mobilité eſt la même, qu'autant que leurs vibrations ſe font perſévéramment de part & d'autre avec une vîteſſe égale & correſpondante.

V°. La corde qui ſe trouve à l'uniſſon de la corde ébranlée & réſonnante, a une *mobilité & une vibratilité parfaitement correſpondantes* à celles de la colonne aérienne qui la heurte dans toutes ſes vibrations, dans toutes ſes allées & venues CMD, DMC. Cette corde à l'uniſſon cede à la premiere, à la ſeconde, à la troiſieme vibration de la colonne aérienne qui agit ſur elle; & ainſi de ſuite: la premiere vibration ou impulſion infiniment petite, eſt augmentée, ſans être détruite, par la ſeconde vibration ou impulſion de la colone aérienne; & ainſi de ſuite. Delà, dans cette corde à l'uniſſon de la corde réſonnante, un petit frémiſſement qui devient bientôt ſenſible à l'œil, & qui imite en petit le frémiſſement de la corde réſonnante par laquelle la maſſe de l'air eſt ébranlée.

759. REMARQUE. Si l'oreille eſt une eſpece de *claveſſin naturel*, compoſé d'une infinité de fibres de différente longueur, de différente groſſeur, de différente tenſion; il eſt clair, d'après l'expérience précédente, qu'une corde quelconque de violon ou de claveſſin, ébranlée &

miſe en jeu, doit faire frémir uniquement la fibre auriculaire qui ſe trouvera à l'uniſſon de la corde actuellement réſonnante. Delà la perception de ce ſon, perception attachée au frémiſſement organique de cette fibre. (*fig.* 50, 52.)

Une autre corde, d'un ton plus grave ou plus aigu, ébranlée & miſe en jeu, fera auſſi frémir uniquement une autre fibre auriculaire qui ſe trouvera à l'uniſſon de la nouvelle corde réſonnante : delà la perception d'un nouveau ſon, perception attachée à un nouveau frémiſſement dans une nouvelle fibre de la lame ſpirale.

Si ces deux frémiſſements différents exiſtent à la fois dans deux différentes fibres auriculaires ; l'ame aura à la fois la ſenſation ou la perception ſpirituelle de ces deux ſons différents. Et comme il n'y a aucun ſon poſſible qui ne ſoit à l'uniſſon de quelqu'une des fibres auriculaires, il s'enſuit qu'il n'y a aucun ſon qui ne puiſſe faire frémir quelqu'une des fibres auriculaires, & ſe faire ſentir à l'ame.

DIFFUSION OU PROPAGATION DU SON.

VÎTESSE DU SON.

760. ASSERTION I. *Le ſon, grave ou aigu, fort ou foible, ſe répand perſévéramment avec la même vîteſſe.*

EXPLICATION. Il conſte par les obſervations qu'on a faites en différents tems & en différentes contrées ſur le ſon :

I°. Que ſi pluſieurs ſons différents, plus ou moins graves, plus ou moins aigus, plus ou moins pleins, ſont produits au même inſtant dans

un même lieu, par exemple, dans une même orcheſtre ou ſur une même plate-forme; ils ſe feront tous entendre & ſentir au même inſtant à un même ſujet, ſoit à 20 toiſes, ſoit à 100 toiſes, ſoit à 1000 ou 1000 toiſes, & ainſi de ſuite. D'où il s'enſuit que le ſon aigu ne ſe répand pas avec plus de vîteſſe que le ſon grave: que le ſon plus plein & plus fort ne parcourt pas plus d'eſpace dans un tems déterminé, qu'en parcourt un ſon moins plein & plus foible.

M. de Mairan avoit cru appercevoir un peu plus de vîteſſe dans la propagation du ſon aigu, que dans celle du ſon grave: mais cette obſervation ne s'eſt point trouvée d'accord avec les obſervations qui ont été faites depuis lors ſur le même objet avec la plus ſcrupuleuſe exactitude, en France, en Angleterre, en Italie, &c.

II°. Que *le ſon parcourt uniformément* 173 *toiſes par ſeconde*, ſoit dans la plus grande proximité, ſoit dans le plus grand éloignement du corps ſonore. Un ſon fort ſe fait entendre plus loin qu'un ſon foible: mais le ſon foible & le ſon fort, le ſon grave & le ſon aigu, parcourent avec une égale vîteſſe l'eſpace quelconque au bout duquel ils ſe font entendre. Il réſulte delà que la vîteſſe du ſon eſt très-grande: puiſqu'elle ſurpaſſe de près de moitié celle d'un boulet de canon qui bat en breche, lequel ne parcourt que 100 toiſes par ſeconde. (391.)

III°. Que la *vîteſſe du ſon*, grave ou aigu, fort ou foible, eſt augmentée par un vent favorable, & diminuée par un vent contraire. Le ſon, avec un vent favorable, parcourt par ſeconde 173 toiſes, plus l'eſpace que le vent fait parcourir dans le même tems à la maſſe de l'air: le ſon,

avec un vent contraire, parcourt par ſeconde 173 toiſes, moins l'eſpace que le vent fait parcourir à la maſſe de l'air.

Il n'eſt pas facile de déterminer avec préciſion la *viteſſe du vent*. Selon les obſervations de M. Mariotte, le vent le plus violent ne parcourt que 5 toiſes 2 pieds par ſeconde : il en parcourt environ le double, ſelon celles de M. Derhan. Ces deux phyſiciens ont fait leurs obſervations en différents lieux, ſur différents vents : la différence de leurs obſervations n'a donc rien qui doive ſurprendre.

IV°. On peut en bien des occaſions, tirer des lumieres utiles ou amuſantes de cette viteſſe du ſon, connue & déterminée. Par exemple, on peut *déterminer à peu près à quelle diſtance eſt un canon, dont on voit d'abord la lumiere & dont on entend enſuite le ſon; à quelle diſtance eſt une nuée fulminante, dont on voit d'abord l'éclair, & dont on entend enſuite le tonnerre.*

Comme la lumiere parcourt au moins 62222 lieues en une ſeconde de tems (895); on peut prendre l'inſtant où l'on voit la lumiere du canon ou l'éclair de la nuée fulminante, pour l'inſtant où ſe fait l'éruption de la poudre enflammée hors du canon, ou de la matiere fulminante dans la nuée. Il y aura donc, entre le canon ou la nuée fulminante, & le lieu d'où l'on en entend le ſon, autant de fois 173 toiſes, qu'il s'écoule de ſecondes entre l'inſtant où l'on voit la lumiere & l'inſtant où l'on entend le ſon. Suppoſons qu'entre ces deux inſtants s'écoulent dix ſecondes, la diſtance ſera $173 \times 10 = 1730$ toiſes, qui ſont un peu plus de trois quarts de lieue.

Toute la difficulté conſiſte donc à avoir le

nombre des ſecondes qui s'écoulent entre l'inſtant où l'on voit la lumiere, & l'inſtant où l'on entend le ſon. On aura à peu près ce nombre de ſecondes par le moyen des pulſations du pouls, qui dans l'adulte bat environ 65 ou 70 fois par minute. En ſuppoſant environ 160 toiſes parcourues par le ſon pendant chaque pulſation, on aura à fort peu près la diſtance du canon ou de la nuée fulminante.

V°. On obſervera le même phénomene & on pourra faire uſage de la même théorie en mille & mille autres occaſions. Par exemple, quand j'obſerve au loin un bûcheron ou un charpentier occupé à ſon ouvrage; je vois d'abord la coignée donner ſon coup, & j'entends enſuite le ſon produit par ce même coup: parce que la lumiere qui peint dans mon œil la coignée, & qui eſt répercutée par cette coignée appliquée à l'arbre, a une vîteſſe incomparablement plus grande que les molécules aériennes agitées & rendues frémiſſantes & ſonores par le choc de la coignée & de l'arbre. La lumiere doit donc faire ſon impreſſion dans mon œil, avant que les molécules aériennes puiſſent faire leur impreſſion ſur mon oreille.

DIRECTION DU SON.

761. ASSERTION II. *Le ſon ſe répand en tout ſens & ſelon toute direction.* (fig. 34.)

EXPLICATION. La propagation du ſon differe eſſentiellement de la propagation de la lumiere. La lumiere ne ſe répand qu'en ligne droite: le ſon ſe répand en ligne droite, en

ligne coudée, en ligne courbe quelconque, ſelon toute direction poſſible.

Le point ſonore A doit être conſidéré comme le centre d'une ſphere aérienne NFPZ. Ce centre, ébranlé & frémiſſant, communique ſon frémiſſement en tout ſens à la maſſe aérienne; ſoit directement & en ligne droite AGH; ſoit par réflexion & en ligne coudée ou courbée AKH.

Le frémiſſement de ce corps ſonore ſe tranſmet & ſe fait ſentir au loin en tout ſens dans la maſſe aérienne VGX, malgré la réſiſtance des corps intermédiaires qu'elle enveloppe, & autour deſquels ſon élaſticité exerce librement ſon action & ſa réaction en tout ſens.

Dans quelque point de cette ſphere aérienne, agitée & ébranlée par le frémiſſement du corps ſonore, que ſe trouve placée une oreille bien organiſée; elle reçoit l'impreſſion du ſon: pourvu que le frémiſſement de l'air, qui s'affoiblit de plus en plus à meſure qu'il s'éloigne du corps ſonore, ait encore aſſez de force pour ébranler ſenſiblement l'organe de l'ouie; ou pour imprimer un frémiſſement ſenſible & analogue, à la fibre auriculaire qui ſe trouve à l'uniſſon du corps ſonore. (759.)

INTENSITÉ DU SON.

762. ASSERTION III. *La force ou l'intenſité d'un même ſon, qu'on entend à différentes diſtances du corps ſonore, eſt en raiſon inverſe du quarré de la diſtance;* comme un en F, comme un quart à une diſtance double en G. (*fig.* 34.)

DÉMONSTRATION. Le corps ſonore étant comme le centre d'une ſphere aérienne, d'où le

frémiſſement qui conſtitue le ſon, ſe communique & ſe répand en tout ſens; il eſt clair que ce frémiſſement, ainſi que tout mouvement, doit s'affoiblir, à meſure & à proportion qu'il ſe diviſe & qu'il ſe comunique à une plus grande maſſe d'air (321). Il eſt clair que ce frémiſſement, en s'éloignant du corps ſonore, ſe diviſe & ſe communique à une maſſe aérienne, qui croît comme les ſurfaces ſphériques & concentriques NFP; VGX. Il eſt clair que ces ſurfaces ou couches concentriques d'une ſphere aérienne, ſont entre elles comme les quarrés des rayons AF, AG (*Math.* 584). D'où il s'enſuit que la force ou l'intenſité du ſon étant comme 1 dans la couche aérienne NFP; elle doit être quatre fois moindre dans la couche aérienne, quatre fois plus grande VGX, où le mouvement & le frémiſſement du corps ſonore eſt quatre fois plus diviſé & plus affoibli.

Pour rendre plus ſenſible cette théorie, conſidérons la diffuſion ou la propagation du ſon, dans une petite portion de cette ſphere aérienne, où nous ſuppoſerons placée l'oreille qui en reçoit l'impreſſion. On peut enviſager la tranſmiſſion du ſon, ſous l'image d'un cône aérien ABC, ADE, AIK, par-tout frémiſſant comme le corps ſonore. Dans ce cône, le ſon, ou le mouvement de vibration imprimé par le corps ſonore, ſe tranſmet & ſe répand ſucceſſivement dans les cercles aériens BFC, DGE, IHK: or ces cercles ſont entre eux, comme les quarrés de leurs rayons BC, DE, IK (*Math.* 508): donc, en ſuppoſant que les diſtances AF, AG, AH, ſoient entre elles comme 1, 2, 3; le ſon en F ſera diviſé en une maſſe d'air comme 1; en G, en une

maſſe d'air comme 4; en H, en une maſſe d'air comme 9; & ainſi de ſuite.

Donc, en ſuppoſant que le ſon ou le frémiſſement du corps ſonore ſe faſſe ſentir dans le cercle aérien F, avec une force comme 1; il eſt clair que dans le cercle aérien G, le ſon ou le frémiſſement du corps ſonore, diviſé en une maſſe d'air quatre fois plus grande, ſera quatre fois plus affoibli, & n'aura qu'une force comme $\frac{1}{4}$; qu'en H, ce même frémiſſement communiqué à un cercle aérien neuf fois plus grand, ſera neuf fois plus affoibli qu'en F, & n'aura qu'une force comme $\frac{1}{9}$; & ainſi de ſuite. Donc une oreille placée en F, recevra une impreſſion du ſon, comme 1; en G, une impreſſion du ſon, comme $\frac{1}{4}$; en H, une impreſſion du ſon, comme $\frac{1}{9}$; & ainſi de ſuite. Donc la force ou l'intenſité du ſon, qu'on entend à différentes diſtances du corps ſonore, décroît en raiſon inverſe du quarré de la diſtance. C. Q. F. D.

LE SON DANS UN AIR PLUS OU MOINS DENSE.

763. ASSERTION IV. *Le ſon ſe fait entendre d'autant plus loin, qu'il eſt produit dans un air plus denſe; d'autant moins loin, qu'il eſt produit dans un air moins denſe.* (fig. 41.)

DÉMONSTRATION. La vérité de cette aſſertion eſt conſtatée par la célebre *expérience d'Hauxbée*, que voici. Soit une cloche d'un verre très-fort, immobilement fixée ſur la platine d'une machine pneumatique, & dans laquelle on puiſſe condenſer l'air. On met ſous cette cloche, un petit barometre propre à meſurer la condenſation de l'air; & une petite clochette de métal, qu'un

qu'un léger mouvement de la machine faſſe réſonner.

I°. Quand l'air renfermé ſous le récipient ou ſous la cloche de verre, n'eſt pas plus condenſé que l'air extérieur; on entend le ſon de la clochette agitée, à une certaine diſtance, au-delà de laquelle le ſon ceſſe d'être ſenſible; par exemple, à 10 toiſes.

II°. Quand on a rendu l'air du récipient deux fois plus denſe (ce que l'on connoît facilement par la hauteur où il éleve le mercure dans le barometre); le ſon de la clochette, agitée de la même maniere, ſe fait entendre à une diſtance double, à 20 toiſes.

III°. Quand l'air du récipient eſt devenu trois fois plus denſe, ce que l'on connoît encore par la nouvelle hauteur du mercure dans le barometre; le ſon de la clochette ſe fait entendre à une diſtance trois fois plus grande, à 30 toiſes; & ainſi de ſuite.

IV°. Si au lieu de condenſer l'air du récipient, on le raréfie de moitié; le ſon ne ſe fait entendre qu'à une diſtance de moitié moindre; & ainſi du reſte. C. Q. F. D.

764. EXPLICATION. Plus l'air eſt condenſé ſous la cloche de verre, plus il y a de molécules aériennes heurtées par les vibrations de la clochette (750). Plus il y a de molécules heurtées par les vibrations de la clochette, plus l'impulſion qu'elles impriment à la cloche de verre, eſt forte & ſenſible. Plus l'impulſion imprimée à la cloche de verre eſt forte & ſenſible, plus les vibrations qu'elle éprouve ont de force & d'étendue (754): plus les vibrations de la cloche de verre ont de force & d'étendue, plus les

vibrations qu'elle imprime à l'air extérieur ſont propres à ſe tranſmettre au loin ſenſiblement dans la maſſe de l'air.

Il réſulte, & de cette expérience, & de cette théorie, qu'il doit y avoir des tems plus propres les uns que les autres, à tranſmettre le ſon; ſavoir, quand l'air eſt plus condenſé & plus élaſtique. Le ſon ſe fait communément mieux entendre la nuit que le jour: ſoit parce que l'air eſt ordinairement plus condenſé pendant la nuit, & plus raréfié pendant le jour (721); ſoit parce que pendant la nuit, il y a communément moins d'agitation dans l'air, & que les moindres frémiſſements qu'il éprouve dans le ſilence général de la nature, font ſur les fibres de l'oreille, une impreſſion qui devient dominante, faute d'autre impreſſion plus ſenſible qui la couvre, qui la trouble, qui partage ou raviſſe l'attention de l'ame.

LE SON DANS L'AIR ET DANS L'EAU.

765. ASSERTION V. *Le ſon ſe tranſmet de l'air dans l'eau, de l'eau dans l'air.*

DÉMONSTRATION. Il conſte par l'expérience, qu'un homme entiérement plongé dans l'eau, entend diſtinctement les différents ſons qui ſont produits à ſon voiſinage hors de l'eau; & qu'une clochette de métal, enfermée ſous le récipient d'une machine pneumatique, ſe fait entendre hors de l'eau, quand le récipient eſt totalement plongé dans l'eau, & qu'on agite la clochette. Donc le ſon ſe tranſmet de l'air dans l'eau, & de l'eau dans l'air.

766. REMARQUE. L'explication de ce phé-

nomene ſouffre bien des difficultés, que nous allons ſuccintement indiquer : l'explication qui ſuivra, en deviendra plus piquante & plus intéreſſante.

I°. Il eſt certain que le ſon conſiſte dans un certain *frémiſſement du corps ſonore*, qui, élaſtique, communique ſes vibrations à une eſpece d'air capable de prendre & d'imiter ſes vibrations, & de les tranſmettre aux fibres de l'oreille qui ſe trouvent à ſon uniſſon. Mais quand entre le corps ſonore & l'oreille, ſe trouve placé un liquide non-élaſtique, un liquide incapable de répondre aux vibrations qui doivent tranſmettre le ſon depuis le corps ſonore juſqu'à l'oreille, comment le ſon peut-il ſe faire ſentir à cet organe? Comment l'eau, interpoſée entre l'oreille & le corps ſonore, peut-elle imprimer aux fibres auriculaires, des vibrations qu'elle ſemble incapable d'avoir, à raiſon de ſon défaut d'élaſticité ?

II°. En vain diroit-on que l'air qui ſe trouve mêlé avec l'eau, peut ſuffire pour tranſmettre le ſon, de l'air dans l'eau, de l'eau dans l'air. Car il conſte par les expériences de pluſieurs phyſiciens, & en particulier de M. Nollet, qu'une eau qu'on a ſoigneuſement purgée d'air, tranſmet le ſon de même qu'auparavant. D'ailleurs, l'air mêlé avec l'eau, n'eſt point compreſſible dans l'eau : comment y ſeroit-il élaſtique ? Et s'il n'eſt point élaſtique, comment peut-il répondre aux vibrations d'un corps parfaitement élaſtique, tel que l'air qui compoſe l'athmoſphere ?

III°. Quelques phyſiciens célebres, pour expliquer ce phénomene, ont ſuppoſé à l'eau une *petite compreſſibilité*, une petite élaſticité, imper-

ceptible à l'œil, mais très-réelle, & capable de répondre aux petites vibrations des molécules aériennes, qui échappent auſſi aux regards les plus perçants. Mais cette ſuppoſition eſt-elle bien ſatisfaiſante? eſt-elle même admiſſible? L'eau a réſiſté aux plus violents efforts qu'on ait pu imaginer pour la comprimer: comment & par quel prodige ſe trouve-t-elle ſi aiſément compreſſible, ſi parfaitemement élaſtique, quand une auſſi petite force que le frémiſſement des molécules aériennes, l'affecte & la preſſe? Le phénomene de la tranſmiſſion du ſon, de l'air dans l'eau & de l'eau dans l'air, reſte donc encore à expliquer; & voici l'explication que nous oſons en donner, en ſuppoſant l'incompreſſibilité de l'eau. (*fig.* 42.)

767. EXPLICATION. Soit AB une longue ſuite de globules incompreſſibles, terminée d'une part par un corps immobile & élaſtique B; & de l'autre, par un reſſort DC; & ſuppoſons que le reſſort DC, immobile en D, ait de petites vibrations *mn*, *nm*, à droite & à gauche, auprès du point A. (Le reſſort DC repréſentera les vibrations du corps ſonore & des molécules aériennes répandues autour du corps ſonore: les globules AB repréſenteront les molécules incompreſſibles de l'eau: le tambour B repréſentera l'oreille placée dans l'eau.)

Il eſt clair que quand le reſſort DC ſe meut dans la direction *mn*, il doit preſſer les globules incompreſſibles dans la direction AB; & que quand ce même reſſort revient ſur lui-même dans la direction *nm*, les globules incompreſſibles doivent être repouſſés dans la direction BA par le corps élaſtique & comprimé B. Ainſi la ſuite ou la colonne de globules AB, ſans être

compreſſible, ſans avoir aucune élaſticité, étant uniquement & ſimplement mobile, doit prendre & imiter les vibrations, les allées & les venues *mn*, *nm*, des deux corps élaſtiques qui la preſſent & la terminent en A & en B. De cette théorie générale découle, par une ſimple application, l'explication du phénomene en queſtion.

I°. Si le ſon, *qui ſe fait entendre de l'air dans l'eau*, eſt tel qu'il imprime aux molécules aériennes deſtinées à le tranſmettre, 10 vibrations par ſeconde; dans une ſeconde, les molécules incompreſſibles de l'eau éprouveront 10 fois une petite impulſion qui les preſſe vers l'oreille placée au ſein de l'eau, & une petite réaction que leur imprime le reſſort de l'oreille, qu'elles ont comprimé. Les molécules aériennes, répandues entre le corps ſonore & la ſurface de l'eau, ſont élaſtiques & exercent leur action en tout ſens: le tambour de l'oreille, rempli d'air, eſt élaſtique, & a toujours une réaction oppoſée à l'action qui le preſſe & le comprime: un corps incompreſſible & mobile, tel que l'eau, livré à l'action de ces deux puiſſances, doit participer exactement à leur action réciproque, & céder alternativement à leur petite impulſion oppoſée.

II°. Si le ſon, *qui ſe fait entendre de l'eau dans l'air*, eſt tel qu'il imprime à la cloche de verre plongée dans l'eau, 20 vibrations par ſeconde; les globules aqueux, qui enveloppent la cloche de verre ou le récipient dans lequel eſt produit le ſon (*fig.* 41.), doivent, ſelon les loix de l'équilibre hydroſtatique, s'approcher & s'éloigner de ce récipient tout autant de fois dans l'eſpace d'une ſeconde; doivent prendre & imiter tout

autant de fois par ſeconde, les vibrations du corps ſonore, de l'air répandu autour du corps ſonore, du récipient qui participe aux vibrations du corps ſonore. Si le fluide aqueux doit participer au frémiſſement du corps qui réſonne dans ſon ſein, l'air extérieur qui preſſe & enveloppe le fluide aqueux, ne doit-il pas également participer à ce frémiſſement, & par-là même tranſmettre le ſon, qui n'eſt autre choſe qu'un frémiſſement déterminé & caractériſé, dans les molécules aériennes?

III°. Le ſon, *en paſſant de l'air dans l'eau*, doit être notablement affoibli: parce que le mouvement de vibration, qu'ont & que communiquent les molécules aériennes, devient d'autant moindre, qu'il ſe diviſe davantage, ou qu'il ſe communique à une plus grande quantité de matiere. Or la denſité de l'eau étant incomparablement plus grande que la denſité de l'air; il s'enſuit que les vibrations imprimées à l'eau par les molécules aériennes qui l'enveloppent, doivent être incomparablement plus foibles que celles que ces mêmes molécules aériennes imprimeroient à une maſſe d'air à la même diſtance du corps ſonore.

III°. *Le ſon grave & le ſon aigu peuvent ſe tranſmettre & ſe faire ſentir à la fois, de l'air dans l'eau, & de l'eau dans l'air:* parce que les deux corps ſonores, qui produiſent ces deux ſons différents, impriment ſéparément leurs vibrations à deux différentes eſpeces d'air, comme nous le démontrerons bientôt; & que ces deux différentes eſpeces d'air, qui ont chacune à part leur frémiſſement particulier, aboutiſſent à différentes molécules, à différentes colonnes du

fluide aqueux. Pourquoi les différentes colonnes du fluide aqueux, pouſſées par différents points du fluide aérien, repouſſées par différents points du tympan auriculaire, ne pourroient-elles pas avoir leurs vibrations à part, iſolées & diſtinctes, & ſe faire ſentir de l'air dans l'eau, & de l'eau dans l'air?

Par exemple, deux corps ſonores, qui frappés dans l'air produiſent l'un un ſon grave & l'autre un ſon aigu, ont des vibrations différentes, qu'ils communiquent à une double eſpece d'air: ces deux eſpeces d'air aboutiſſent en colonne, du corps ſonore, à deux points différents du fluide aqueux: ces deux points du fluide aqueux aboutiſſent en colonne à deux points du tympan d'un homme plongé dans l'eau: ces deux points du tympan impriment à une double eſpece d'air renfermé dans le tambour de l'oreille, leur frémiſſement propre, qui eſt le frémiſſement des deux corps ſonores: cette double eſpece d'air, qui a ſes vibrations diſtinctes & caractériſées dans le tambour auriculaire, fait frémir dans le limaçon ou dans la lame ſpirale, deux fibres qui ſe trouvent à ſon double uniſſon: au frémiſſement ſimultané de ces deux fibres eſt attaché la perception du double ſon, grave & aigu, dans l'ame.

PERCEPTION SIMULTANÉE DE DIVERS TONS.

768. OBSERVATION. Le phénomene qui a le plus embarraſſé les phyſiciens ſur la théorie du ſon, c'eſt l'exiſtence & la perception ſimultanées de différents tons. Dans un concert, on entend à la fois nettement & diſtinctement, & le ton le

plus grave, & le ton le plus aigu, & les différents tons intermédiaires qui les accompagnent.

I°. Il eſt certain, par exemple, que le ton grave *ut*, & le ton aigu qui donne l'octave ſupérieure *ut*, doivent leur exiſtence ſimultanée à deux eſpeces de frémiſſements ſimultanés dans la maſſe de l'air; frémiſſements dont les vibrations ſont entr'elles en fréquence, comme 1 eſt à 2. (756.)

II°. Il eſt certain encore que le corps ſonore qui produit le ton grave, imprime ſon frémiſſement en tout ſens à la maſſe de l'air; & que le corps ſonore qui produit au même inſtant le ton aigu, imprime en tout ſens un frémiſſement deux fois plus rapide à la maſſe de l'air: puiſqu'il n'y a aucun point autour des deux corps ſonores, où une oreille placée ne reçoive l'impreſſion de ces deux ſons, qui doivent leur exiſtence à deux eſpeces totalement différentes de frémiſſement dans les molécules aériennes.

III°. Mais comment peut-il ſe faire que la même maſſe d'air ait à la fois, & des vibrations propres à donner le ton grave, & des vibrations propres à donner le ton aigu? La même eſpece d'air, les mêmes molécules individuelles, peuvent-elles avoir & des vibrations comme 10, pour donner le ton grave *ut*, & des vibrations comme 20, pour donner l'octave ſupérieure de ce ton *ut*? La choſe répugne évidemment; comme il répugne qu'un même mobile, un même boulet de canon, par exemple, mu par deux forces quelconques, ait à la fois & une vîteſſe comme 10, & une vîteſſe comme 20.

Pour rendre raiſon de ce phénomene, du différent frémiſſement ſimultané des molécules

aériennes, on a imaginé deux ſyſtêmes, que nous allons expoſer & examiner. Le premier ſuppoſe l'air homogene, ou compoſé de molécules toutes d'égale groſſeur, d'égale longueur, de même figure, de même élaſticité: le ſecond ſuppoſe l'air hétérogene, ou compoſé de molécules ou de petits reſſorts de différente groſſeur, de différente longueur, de différente mobilité & vibratilité. (*fig.* 38.)

SYSTÊMES SUR LA PROPAGATION DU SON.

769. SYSTÊME I. Quelques philoſophes, pour expliquer la propagation du ſon, ont prétendu que *le ſon ſe répand & ſe tranſmet dans l'air par ondulations;* ondulations qui s'affoibliſſent, à meſure qu'elles s'éloignent du corps ſonore, & qui imitent les orbes que font naître différentes pierres A & B jettées à la fois ou ſucceſſivement dans un réſervoir RSTV, plein d'une eau tranquille. Dans ce ſyſtême, (*fig.* 45.)

I°. Un ſon grave A ſe fait entendre au loin en *a*, en *b*, en *n*: parce que le corps ſonore A imprime en tout ſens à la maſſe homogene d'air environnant, un mouvement de vibration ondoyante *aba*, *mnm*; & que ce mouvement d'ondulation eſt par-tout animé d'une certaine fréquence déterminée de battements, de vibrations, d'allées & de venues, qui vont, en s'affoibliſſant ſans ceſſe, ſe faire ſentir à une certaine diſtance *a* ou *a*, au-delà de laquelle leur trop grand affoibliſſement les rend à la fin inſenſibles.

II°. Un ſon aigu B ſe fait entendre de même: parce que le corps ſonore B imprime en tout ſens à la maſſe homogene d'air environnant, un

mouvement de vibration ondoyante, animé d'une plus grande fréquence de battements ou de vibrations, lequel va en s'affoibliſſant toujours, mais en conſervant toujours la même fréquence dans ſes vibrations décroiſſantes, ſe faire ſentir juſqu'à une certaine diſtance *a* ou *n*, au-delà de laquelle il devient imperceptible.

III°. Une oreille, placée dans l'orbe des ondulations ſenſibles, eſt ébranlée à la fois par ces deux ondulations; qui, ne ſe confondant point, font chacune une impreſſion diſtincte & iſolée ſur les fibres auriculaires : delà la perception diſtincte & ſimultanée, de ce double ton, grave & aigu.

RÉFUTATION. Ce ſyſtême, imaginé par le célebre Deſcartes, adopté enſuite par pluſieurs phyſiciens de grande réputation, & aujourd'hui généralement abandonné, peche par pluſieurs endroits que nous allons ſuccinctement indiquer.

I°. Les orbes occaſionnés par la projection de divers graves ſur un baſſin d'eau tranquille, s'étendent avec une vîteſſe décroiſſante : le ſon au contraire ſe répand & ſe tranſmet avec une vîteſſe conſtante & uniforme (760). Il n'y a donc point d'analogie entre la propagation du ſon, & la propagation des ondulations dans un baſſin d'eau.

II°. Comme les orbes d'un baſſin d'eau ſe forment très-promptement au commencement & très-lentement à la fin du mouvement; ſi le ſon leur reſſembloit, le ſon qui eſt aigu auprès du corps ſonore où les vibrations ſont très-rapides, ſeroit grave loin du même corps ſonore où les vibrations ſont fort lentes : ce qui eſt encore contraire à l'expérience.

III°. Si le ſon ſe répandoit dans l'air par ondulations ; quand deux cordes donnent enſemble l'une un ton grave & l'autre un ton aigu, l'oreille ne pourroit être affectée de deux tons, que dans le cas où elle ſe trouveroit par haſard placée dans le point d'interſection *a* ou *n* des deux orbes ſonores, dont le centre eſt en A & en B : ce qui ne peut nullement ſe ſoutenir.

IV°. En ſuppoſant même que l'oreille ſe trouve heureuſement placée dans le point précis d'interſection des deux orbes ſonores ; l'oreille affectée à la fois par les deux ſons, ne devroit avoir ni l'impreſſion diſtincte du ſon grave, ni l'impreſſion diſtincte du ſon aigu : elle ne devroit avoir qu'une impreſſion mixte, réſultante des deux forces impulſives qui agiſſent conjointement ſur elle.

V°. Comme la même maſſe individuelle d'air ne peut avoir à la fois, & les ondulations ou vibrations plus fréquentes que lui imprime en tout ſens le ton aigu, & les ondulations ou vibrations moins fréquentes que lui imprime également en tout ſens le ton grave ; il eſt évident que ces modifications oppoſées, incompatibles dans un même ſujet, ne peuvent ſubſiſter à la fois que dans des portions d'air totalement diſtinctes : il eſt évident que ces portions d'air totalement diſtinctes ne peuvent communiquer leurs vibrations différentes, qu'à des fibres de l'oreille également diſtinctes ; puiſqu'il eſt clair qu'une même fibre auriculaire ne peut avoir à la fois & des vibrations lentes & des vibrations rapides ; des vibrations comme 100 & comme 200, par exemple.

HÉTÉROGÉNÉITÉ DES MOLÉCULES AÉRIENNES.

770. SYSTÊME II. Un illuſtre académicien, imitateur & rival du grand Newton, M. de Mairan, a imaginé ſur cet objet une hypotheſe infiniment plus ingénieuſe & plus ſatisfaiſante. Cette hypotheſe, ſi ce n'eſt pas la théorie même de la nature, ſuppoſe & établit une analogie parfaite entre la perception des différents tons dans l'oreille, & la perception des différentes couleurs dans l'œil.

I°. Les belles expériences de Newton ſur la lumiere, ont démontré que la lumiere eſt un corps hétérogene; que les différentes molécules de la lumiere varient entre elles en réflexibilité & en réfrangibilité; que le rayon rouge, par exemple, différent du rayon verd ou par ſa maſſe, ou par ſa figure, ou par l'une & l'autre à la fois, ne donne jamais que la ſenſation du rouge, ſans pouvoir jamais exciter dans l'œil la ſenſation du jaune, du verd, du violet, de l'orangé, & ainſi du reſte. Pourquoi l'air ne ſeroit-il pas ſemblable en ce point à la lumiere? Pourquoi l'air ne ſeroit-il pas un corps hétérogene, compoſé de pluſieurs eſpeces différentes de molécules toutes élaſtiques, mais plus ou moins maſſives, plus ou moins flexibles, plus ou moins mobiles & vibratiles, les unes que les autres?

S'il falloit, antécédemment à toute hypotheſe, prendre parti pour ou contre la parfaite reſſemblance de toutes les molécules qui forment la maſſe de l'air; ne ſeroit-on pas porté à opiner

que la nature a mis dans ces molécules imperceptibles, les mêmes différences individuelles qui ſe montrent à nos yeux dans tous les êtres expoſés à nos obſervations; que ces molécules, qui s'uniſſent & ſe déſuniſſent ſans ceſſe par mille cauſes différentes, different entre elles à l'infini par leur maſſe & par leur figure? Combien plus ne ſera-t-on pas porté à adopter cette hypotheſe, en voyant que ſeule elle rend raiſon des principaux phénomenes du ſon?

II°. La maſſe de l'air étant ſuppoſée hétérogene; on conçoit que les molécules dont elle eſt compoſée, doivent avoir une différente vibratilité. Celles qui ſont plus maſſives, plus longues, moins tendues, reſſemblent aux cordes de claveſſin ou de violon, plus groſſes, plus longues, plus lâches: elles ont moins de fréquence ou de preſteſſe dans leurs vibtations; elles ſont propres à rendre & à tranſmettre des ſons plus ou moins graves.

Par la raiſon contraire, celles qui ſont plus ſubtiles, plus courtes, plus infléchies, reſſemblent aux cordes plus menues, moins longues, plus tendues: elles ont plus de fréquence ou de preſteſſe dans leurs vibrations; elles ſont propres à donner & à tranſmettre des ſons plus ou moins aigus.

III°. Dans ce ſyſtême, les molécules aériennes, dont la vibratilité eſt plus tardive, ne peuvent donner que des ſons plus ou moins graves: les molécules dont la vibratilité eſt plus rapide, ne donnent & ne peuvent donner que des ſons aigus. Par exemple, l'eſpece de molécules qui donne un ton grave *ſol*, ne peut jamais donner que ce ton *ſol*: le ton un peu plus grave *fa*, ſera

produit par une autre eſpece de molécules un peu moins mobiles; & le ton un peu moins grave *la*, ſera produit par une troiſieme eſpece de molécules un peu plus mobiles. Et comme ces molécules aériennes varient comme à l'infini en vibratilité, il s'enſuit que quelque ſon, plus ou moins grave, plus ou moins aigu, que donne un corps ſonore, il doit toujours ſe trouver dans la maſſe de l'air environnant, quelque eſpece de molécules dont la vibratilité peut prendre & imiter les vibrations du corps ſonore. (*fig.* 38.)

IV°. Quoique le corps ſonore quelconque, par exemple, une corde de violon, en faiſant ſes vibrations, déplace indifféremment toute la maſſe aérienne qui l'environne, ſans diſtinction & ſans choix; il n'y a cependant que l'eſpece de molécules dont la vibratilité répond préciſément aux vibrations de la corde réſonnante, qui donne & propage le ſon: parce qu'il n'y a que cette eſpece de molécules, qui puiſſe avoir le frémiſſement ſoutenu dans lequel conſiſte le ſon. Les autres eſpeces de molécules, déplacées par la corde ſonore, ne peuvent pas prendre & ſoutenir le frémiſſement de cette corde: ſoit parce que *moins mobiles* elles ne peuvent pas achever leur vibration en auſſi peu de tems; ſoit parce que *plus mobiles* elles achevent leur vibration en moins de tems. (758.)

V°. Deux ſons différents, l'un grave & l'autre aigu, ſubſiſtent à la fois dans la même maſſe d'air; mais par le frémiſſement de différentes eſpeces de molécules aériennes. La corde au ton grave imprime un frémiſſement ſemblable & correſpondant au ſien, à une eſpece de molécules plus tardives & moins mobiles: la corde au ton

aigu imprime un frémiſſement ſemblable & correſpondant au ſien, à une autre eſpece de molecules plus promptes & plus mobiles : delà l'exiſtence ſimultanée de ces deux tons différents.

VI°. L'oreille, compoſée d'une infinité de fibres de différente longueur & de différente groſſeur, entend diſtinctement à la fois pluſieurs ſons différents & ſimultanés : parce que chaque corps ſonore fait frémir comme lui une eſpece d'air particuliere, analogue à ſa vibratilité ; & que chaque eſpece d'air, en faiſant ſes vibrations à part, fait frémir comme elle la fibre auriculaire qui ſe trouve à ſon uniſſon. (758.)

VII°. Il y a cette différence remarquable entre la perception du ſon & la perception des couleurs, que la perception des différents tons eſt affectée à différentes fibres dans l'oreille ; de ſorte que la fibre qui frémit en *ut*, ne peut frémir ni en *re* ni en *ſi* : au lieu que la perception des différentes couleurs eſt affectée indiſtinctement à toutes les fibres de la rétine ; de ſorte que les mêmes fibres individuelles, qui par leur ébranlement ont occaſionné la ſenſation du rayon rouge, occaſionneront par un ébranlement différent, la ſenſation du rayon verd, du rayon jaune, du rayon violet.

PROPOSITION.

771. *Il eſt très-vraiſemblable que l'air eſt un corps hétérogene, compoſé de molécules, les unes plus & les autres moins vibratiles ; & que l'exiſtence ſimultanée de différents tons, eſt due aux vibrations ſimultanées de différentes eſpeces d'air, qui quoique mêlées & confondues dans l'athmoſphere, ont chacune à part leur frémiſſement propre & diſtinct.*

DÉMONSTRATION. L'hypotheſe que nous adoptons eſt évidemment poſſible, & ſeule elle rend raiſon des principaux phénomenes du ſon : donc elle doit être reçue, du moins comme très-vraiſemblable.

I°. *Cette hypotheſe eſt évidemment poſſible* (770). Car il n'eſt pas plus difficile de concevoir une différence de maſſe & de figure parmi les molécules de l'air, que parmi les molécules de la lumiere : cette différence eſt démontrée par l'expérience dans celles-ci (867) ; pourquoi ſeroit-elle impoſſible ou improbable dans celles-là ? Or une différence de maſſe & de figure dans les molécules aériennes, par exemple, une différente longueur, une différente groſſeur, une différente tenſion, n'entraîne-t-elle pas néceſſairement une différente vibratilité dans ces molécules ? Et une différente vibratilité dans ces molécules, ne les met-elle pas à portée, les unes de correſpondre, les autres de ne pas correſpondre, aux différentes vibrations des divers corps ſonores ?

II°. *Seule cette hypotheſe rend raiſon des principaux phénomenes du ſon :* elle eſt donc ſeule d'accord & avec la théorie & avec l'expérience. Bornons-nous ici à montrer deux phénomenes du ſon, qu'il eſt impoſſible d'expliquer ſans l'hypotheſe que nous adoptons, & qui dans cette hypotheſe s'expliquent d'une maniere très-ſatisfaiſante.

Le premier phénomene, inexplicable dans l'hypotheſe d'un air homogene, c'eſt *la perception ſimultanée de pluſieurs tons différents dans un concert.* Il eſt démontré que le ſon conſiſte dans le frémiſſement des molécules aériennes, & que la différence

différence des ſons conſiſte dans la différente rapidité de ce frémiſſement ou de ces vibrations (756). Il eſt évident qu'une même eſpece d'air ne peut avoir à la fois & des vibrations lentes & des vibrations rapides : donc il eſt évident que ſi l'oreille reçoit à la fois l'impreſſion nette & diſtincte de pluſieurs tons, il faut qu'il y ait dans la maſſe de l'air, des molécules de différente eſpece, dont les unes frémiſſent avec plus & les autres avec moins de fréquence & de preſteſſe.

Dans l'hypotheſe d'un air hétérogene, ce phénomene ne ſouffre aucune difficulté. La corde qui réſonne en *ut* avec 10 vibrations par ſeconde, par exemple, imprime un frémiſſement analogue au ſien, à des molécules d'air qui peuvent prendre & conſerver 10 vibrations par ſeconde. La corde qui réſonne à l'octave ſupérieure *ut*, imprime ſon frémiſſement à une autre eſpece d'air, plus mobile & plus vibratile que la premiere, & qui peut avoir 20 vibrations par ſeconde : ces deux eſpeces d'air ont chacune leurs vibrations à part, indépendantes les unes des autres ; enſorte que les vibrations de la premiere ne troublent point les vibrations de la ſeconde : comme deux rayons de lumiere, l'un rouge, l'autre vert, ont leur réfrangibilité & leur réfraction, leur réflexibilité & leur réflexion à part, ſans confuſion & ſans altération.

Le ſecond phénomene, inexplicable dans l'hypotheſe d'un air homogene, c'eſt *le frémiſſement ſimultané de pluſieurs cordes à différents uniſſons* ſur un claveſſin. Si deux cordes donnent à la fois, l'une le ton *ut* & l'autre le ton *ſol ;* ces deux cordes font frémir à la fois deux autres cordes

qui ſe trouvent à leur uniſſon. Il eſt évident que les deux cordes réſonnantes ne peuvent imprimer à la fois leurs vibrations nettes & diſtinctes à la même eſpece d'air : parce que la même eſpece d'air ne peut avoir à la fois & des vibrations lentes & des vibrations rapides. Il eſt également évident que la même eſpece d'air ne peut tranſmettre à la fois aux deux cordes à l'uniſſon de *ut* & de *ſol*, les vibrations différentes des deux cordes réſonnantes : parce qu'un même eſpace d'air doit néceſſairement ou n'imprimer aucun mouvement aux deux cordes à l'uniſſon, ou ne leur imprimer qu'un mouvement analogue au ſien. Or le mouvement des molécules qui donnent le ton *ut*, & le mouvement des molécules qui donnent le ton *ſol*, étant néceſſairement différent ; il eſt clair que ce mouvement ne peut ſubſiſter que dans des molécules différentes, dont la différente vibratilité, miſe en jeu par les deux cordes réſonnantes, produit le frémiſſement ſimultané des deux cordes à l'uniſſon.

Dans l'hypotheſe que nous adoptons, la corde qui réſonne en *ut*, imprime uniquement ſes vibrations à une eſpece d'air déterminée, à celle dont la vibratilité correſpond préciſément à la ſienne : cette eſpece d'air, miſe en jeu par la corde réſonnante, imprime en petit ſes vibrations, ſes allées & ſes venues, à toute corde dont la vibratilité répond préciſément à ſes vibrations : delà le frémiſſement de la corde à l'uniſſon de *ut*. Une autre corde, qui réſonnera en *ſol*, fera frémir uniquement une autre eſpece d'air, laquelle communiquera ſon frémiſſement à toute corde de même vibratilité : delà le frémiſſement de la corde à l'uniſſon de *ſol*. Et ſi pluſieurs eſ-

peces d'air frémiſſent à la fois, l'une comme 10, l'autre comme 20, la troiſieme comme 30, la quatrieme comme 40; ces quatre cauſes motrices font frémir ſéparément chacune, toute eſpece de corde analogue à leur vibratilité (758), ou toute corde à leur uniſſon particulier : delà la perception ſimultanée & diſtincte de différents tons, occaſionnée par le frémiſſement ſimultané de pluſieurs fibres auriculaires qui ſe trouvent à l'uniſſon de différents tons ſimultanés.

RÉSULTAT. Une hypotheſe qui eſt évidemment poſſible, qui ſeule ſatisfait aux phénomenes, doit évidemment être adoptée, du moins comme très-vraiſemblable : or telle eſt l'hypotheſe que nous venons de développer. C. Q. F. D.

OBJECTIONS A RÉFUTER.

772. OBJECTION I. Dans l'hypotheſe que nous adoptons ſur le ſon, une ſeule & même corde de violon ou de claveſſin, ébranlée & miſe en jeu, devroit donner à la fois tous les tons poſſibles, graves & aigus. Car cette corde, par ſes vibrations totales & particulieres, imprime néceſſairement un mouvement à toutes les eſpeces d'air qui l'environnent : or elle eſt inconteſtablement environnée & des différentes eſpeces d'air deſtinées à donner les tons plus ou moins graves, & des différentes eſpeces d'air deſtinées à donner les tons plus ou moins aigus : donc cette corde, ébranlée & miſe en jeu, devroit faire frémir à la fois toutes les différentes eſpeces d'air, & par-là même produire tous les tons poſſibles; puiſque les différents tons ne ſont autre choſe que le frémiſſement de différentes eſpeces d'air.

RÉPONSE. Il eſt évident qu'une corde, ébranlée

& miſe en jeu, ne peut faire ſes vibrations plus ou moins rapides dans l'air, ſans déplacer toutes les différentes eſpeces d'air qui l'environnent & la preſſent en tout ſens. Si le ſon conſiſtoit dans le ſimple déplacement de l'air, il eſt ſûr qu'une ſeule & même corde devroit donner tous les tons poſſibles à la fois. Mais le ton ne conſiſte pas dans un mouvement quelconque de l'air : il conſiſte dans un mouvement de vibration ſoutenue, dans un frémiſſement régulier & durable des molécules aériennes. Or nous avons fait voir que la corde ébranlée, ne peut donner un mouvement de vibration ſoutenue, un frémiſſement régulier & durable, qu'à la ſeule eſpece d'air dont la vibratilité eſt analogue à la ſienne (758). Ainſi,

I°. Une corde miſe en jeu, donne un ton unique, ſenſible & dominant : parce qu'elle n'imprime un frémiſſement ſenſible, ſoutenu, régulier, dominant, qu'à la ſeule eſpece d'air dont la vibratilité égale la ſienne.

II°. La même corde miſe en jeu, imprime encore un petit frémiſſement régulier & ſoutenu à certaines autres eſpeces d'air, dont la vibratilité a quelque analogie avec les vibrations de la corde réſonnante ; ſavoir, aux eſpeces d'air *harmoniques*, c'eſt-à-dire, à celles dont la vibratilité eſt telle que leurs vibrations peuvent & doivent recommencer après un certain nombre de mouvements, avec les vibrations de la corde réſonnante. Par exemple,

Une corde miſe en jeu, fait d'abord frémir & réſonner nettement & ſenſiblement les molécules d'air propres à faire préciſément autant de vibrations qu'elle : c'eſt le *ton principal & dominant*.

La même corde fait encore frémir & réſonner, mais avec beaucoup moins de force, les molécules d'air qui font deux vibrations contre une; c'eſt l'octave; enſuite & plus foiblement encore, celles qui font trois vibrations contre deux; c'eſt la quinte; & ainſi de ſuite: de ſorte qu'un ſeul & même corps ſonore, ébranlé & mis en jeu, forme toujours un petit concert. Ces ſons qui naiſſent du ſon principal, & qu'on nomme *Tons harmoniques*, ſont couverts à la vérité par le ſon principal: mais quand le ſon principal vient à s'affoiblir, une oreille délicate n'a pas de la peine à les ſaiſir diſtinctement.

La corde qui réſonne & qui donne le ton principal, fait une impreſſion d'autant plus vive & plus ſenſible ſur les *eſpeces harmoniques* d'air, qu'elles ſont plus harmoniques ou plus prochainement rentrantes. La raiſon en eſt, que plus la vibratilité des molécules organiques approche des vibrations de la corde réſonnante; plus ces molécules en reçoivent ſouvent & efficacement l'impulſion.

III°. La même corde miſe en jeu, imprime auſſi quelque mouvement irrégulier aux autres eſpeces d'air contigu, dont la vibratilité differe totalement ou differe trop de la ſienne, ſoit en plus, ſoit en moins: mais ce mouvement, par le défaut de correſpondance entre le reſſort de la corde ébranlée & le reſſort de l'eſpece d'air à ébranler, ne donne point le mouvement de vibration ſoutenue & réguliere, affectée à la production du ſon.

773. OBJECTION II. Dans l'hypotheſe que nous adoptons ſur le ſon, le ſon aigu devroit ſe répandre avec plus de vîteſſe que le ſon grave:

puiſque les vibrations du ſon aigu ſont plus promptes & plus rapides que celles du ſon grave (756). Or il conſte par l'expérience, que le ſon grave & le ſon aigu, le ſon plus fort & le ſon plus foible, ſe répandent avec la même vîteſſe, & ſe font entendre au loin en un tems également court.

RÉPONSE. Il y a une différence eſſentielle entre la propagation du ſon, & la propagation de la lumiere. La lumiere ſe répand & ſe propage *par le tranſport ſucceſſif des molécules lumineuſes :* par exemple, je vois le ſoleil, par l'impulſion que font ſur les fibres de mon œil, les molécules mêmes qui ont été dardées & qui ſe ſont échappées du ſein de cet aſtre (859). Le ſon au contraire ſe répand & ſe propage *par la ſimple preſſion ſucceſſive des molécules aériennes* les unes contre les autres. Par exemple, les molécules aériennes qui heurtant les fibres de mon oreille, me font entendre le ſon d'une cloche éloignée d'un quart de lieue, ne ſont point les molécules mêmes qu'a ébranlé le frémiſſement de la cloche. Concevons une colonne de molécules aériennes parfaitement élaſtiques, laquelle s'étende depuis la cloche juſqu'à mon oreille ſans interruption. Les molécules aériennes, qui touchent la cloche réſonnante, prennent ſes vibrations, leſquelles ſe communiquent rapidement de proche en proche dans toute l'étendue de cette colonne; ſans que les molécules aériennes qui la compoſent dans toute ſon étendue, changent de place autrement que pour faire leurs vibrations dans le lieu même où elles ſe trouvent. La premiere molécule, ébranlée par le frémiſſement de la cloche, preſſe la ſeconde; la ſeconde preſſe la troiſieme;

& ainſi de ſuite : de ſorte que la derniere qui touche immédiatement mon oreille, reçoit à la fin par communication, le frémiſſement de la premiere. Cette explication ſimple & lumineuſe, fait évanouir totalement la force de l'objection à réſoudre. Car on conçoit facilement,

I°. Que ſi deux cordes de claveſſin, l'une à l'octave de l'autre, ſont en même tems leurs vibrations contre deux différentes eſpeces d'air étendues en colonne juſqu'à mon oreille ; il faudra ſenſiblement autant de tems à chaque molécule au ton aigu, pour faire deux vibrations dans ſon eſpace ; qu'il en faudra à chaque molécule au ton grave, pour faire une ſeule vibration dans ſon eſpace.

II°. Que ſi deux cordes réſonnent l'une foiblement & l'autre fortement ; il faudra ſenſiblement autant de tems à la premiere pour produire dans les molécules aériennes une compreſſion plus foible, qu'il en faudra à la ſeconde pour y produire une compreſſion plus forte. D'où il s'enſuit que le ton grave & le ton aigu, le ton fort & le ton foible, doivent ſe répandre avec une viteſſe ſenſiblement égale.

774. OBJECTION III. Les flûtes, les hautbois, les baſſons, & autres inſtruments ſemblables, donnent des ſons d'autant plus aigus, toutes choſes étant égales d'ailleurs, que l'air s'échappe par moins de trous & plus près de l'embouchure. Dira-t-on que l'eſpece d'air qui s'échappe d'une flûte par l'ouverture *ſol*, ſoit différente de l'eſpece d'air qui s'échappe de la même flûte par l'ouverture *fa*, ou par l'ouverture *la* ? Ce ſeroit adopter un étrange paradoxe. Et en adoptant même ce paradoxe, quand le coup de langue

dans la flûte ou le frémiſſement des anches dans le hautbois, a imprimé un frémiſſement déterminé à certaine eſpece d'air; pourquoi cette eſpece d'air ne conſerve-t-elle pas le même frémiſſement, en s'échappant par quelque trou que ce ſoit de la flûte ou du hautbois?

RÉPONSE. L'air contenu dans la capacité d'une flûte, ou d'un hautbois, ou de tout autre inſtrument ſemblable, reçoit de la bouche une impulſion qui lui imprime un mouvement, mais un mouvement différent de celui qui le rend formellement ſonore; puiſqu'il ne réſonne qu'à l'inſtant qu'il s'échappe au dehors, & qu'il heurte l'air extérieur. Sur quoi voici quelques obſervations à faire. (*fig.* 37.)

I°. La colonne d'air, contenue dans l'inſtrument, eſt la cauſe du ſon, & non le ſon lui-même. On doit la conſidérer comme une corde ſonore, qui produit des ſons d'autant plus aigus, qu'elle devient plus courte. Les doigts qui bouchent ou débouchent les trous de l'inſtrument, alongent ou raccourciſſent la colonne ſonore, & la mettent en état de donner des tons plus graves ou plus aigus: c'eſt l'image du jeu des doigts ſur les cordes d'un violon. Le ſouffle de la bouche fait ſur cette colonne aérienne, la même fonction que l'archet ſur une corde de violon; il l'ébranle, & la met en état d'ébranler l'air environnant, en ſortant de l'inſtrument. La colonne plus courte *a a* donne un ton plus aigu, que la colonne plus longue *b b*, tout étant égal d'ailleurs. (749.)

II°. La colonne aérienne, contenue dans la capacité d'une flûte ou d'un hautbois, ne produit le ſon que par ſon échappement hors de l'inſtrument. Semblable à une corde de claveſſin

ou de violon, plus elle eſt courte, plus elle a de fréquence dans ſes vibrations ; & plus elle a de fréquence dans ſes vibrations, ſous le même coup de langue, plus elle en imprime aux molécules d'air qu'elle heurte en s'échappant de l'inſtrument. Delà la différence des tons graves & des tons aigus, dont elle eſt la cauſe.

III°. Quand on eſt arrivé aux trous les plus voiſins de l'embouchure ; pour donner des tons plus aigus, il faut un ſouffle & des coups de langue d'une eſpece nonvelle. Ce ſouffle & ces coups de langue, plus vifs & plus rapides, impriment des vibrations plus promptes à la colonne ſonore, & la mettent en état d'imprimer, en s'échappant hors de l'inſtrument, des vibrations plus rapides & plus fréquentes à l'air extérieur. Delà les tons plus ou moins aigus de la ſeconde octave, à meſure que les doigts, en ouvrant & en bouchant les trous, alongeront ou raccourciront la colonne ſonore ; qu'il faut toujours regarder comme la cauſe du ſon, & non comme le ſon lui-même.

IV°. Quoique la colonne aérienne, dont il eſt ici queſtion, ſoit la principale cauſe du ſon, il ne s'enſuit pas que la matiere de la flûte & du hautbois n'entrent pour rien dans la production du ſon. Il eſt très-vraiſemblable que l'inſtrument, par le frémiſſement de ſes parties inſenſibles, contribue pour beaucoup à la formation & à la perfection du ſon que donne la colonne aérienne renfermée dans la flûte & dans le hautbois : comme le frémiſſement des parties inſenſibles du claveſſin ou du violon, contribue inconteſtablement à la formation & à la perfection

du ſon que produit la corde ſonore ſur ces inſtrumens. On diſtingue une bonne flûte d'une mauvaiſe, non-ſeulement à la juſteſſe, mais encore à l'harmonie du ſon. Or qu'eſt-ce que cette harmonie, ſinon un frémiſſement occaſionné par les parties inſenſibles de l'inſtrument; frémiſſement que ne détruit pas toujours le contact du corps ſonore: puiſque ce frémiſſement ſe fait aiſément ſentir dans le violon, dans le cor de chaſſe, dans le tambour, quoique ces inſtruments ſoient appuyés ſur ceux qui les mettent en jeu.

V°. Il réſulte de tout cela, que la diverſité des tons, dans la flûte & dans le hautbois, n'a rien de plus ſingulier que dans les autres corps ſonores; ſi ce n'eſt qu'ici c'eſt l'air lui-même qui fait en grande partie la fonction de cauſe du ſon. Mais pourquoi une colonne d'air de toute eſpece, ne pourroit-elle pas faire ce que fait une corde de boyau ou de métal, imprimer un mouvement détermé à l'air environnant? Cette colonne aérienne, contenue dans la capacité de l'inſtrument, doit recevoir par l'impulſion de la langue & de la bouche, un mouvement d'autant plus grand, qu'elle ſe trouve plus courte; & en s'échappant par les petits trous de l'inſtrument, elle doit, ſelon la loi commune à tous les fluides, accélérer ſon mouvement. Plus ſa vîteſſe eſt grande dans ſon échappement; plus les vibrations qu'elle imprime aux parties inſenſibles de l'inſtrument doivent être rapides; plus le frémiſſement qu'elle imprime à l'air extérieur, doit avoir de preſteſſe & de fréquence: delà la diverſité des tons.

775. REMARQUE. Il eſt aſſez vraiſemblable

que le ſon du canon, du fuſil, de toutes les armes à feu, a auſſi principalement pour cauſe, l'action de l'air contre l'air ; ſavoir, l'action de l'air combiné avec le ſoufre & le charbon, que l'inflammation dégage au ſein d'une arme à feu, & qu'elle met en état de heurter avec des vibrations très-violentes l'air extérieur, en s'échappant au dehors. La force exploſive de la poudre enflammée, doit donner auſſi un frémiſſement très-marqué aux parties inſenſibles de l'arme à feu, du ſein de laquelle elle s'échappe avec effort ; & ce frémiſſement concomitant contribue à former, à perfectionner, à caractériſer le ſon produit principalement par l'exploſion de la poudre & de l'air.

776. OBJECTION IV. Dans l'hypotheſe que nous adoptons, quand deux cordes à l'uniſſon réſonnent à la fois ſous deux archets différents, on devroit n'entendre qu'un ſimple ſon, plus fort & plus plein à la vérité, mais unique ; & cependant on entend & on diſtingue le ſon de l'une & de l'autre corde : donc l'hypotheſe que nous adoptons ne s'accorde pas avec l'expérience. Je prouve l'antécédent. Les deux cordes à l'uniſſon doivent ne faire frémir qu'une ſeule & même eſpece d'air : le frémiſſement d'une ſeule & même eſpece d'air doit ne faire frémir qu'une même fibre auriculaire : le frémiſſement d'une ſeule & même fibre auriculaire doit n'occaſionner dans l'ame qu'une ſeule & même ſenſation, relative à un même & ſimple ſon, à un même & unique corps ſonore.

RÉPONSE. Ce petit phénomene a paru ſi ſingulier à la plupart des plus célebres phyſiciens, qu'ils ont déſeſpéré d'en donner jamais une

explication qui pût quadrer avec la théorie démontrée du ſon : & nous avouons que nous ſentons avec eux toute la force de l'objection, ſans penſer qu'elle ſoit abſolument inſoluble & inconciliable avec la théorie du ſon. En attendant que la réflexion ou le haſard donne de nouvelles lumieres ſur cet objet, voici notre idée & notre réponſe.

I°. Quand même il ſeroit vrai que ce phénomene eſt inexplicable & inconciliable avec la théorie du ſon, il ne s'enſuivroit pas qu'on dût abandonner cette théorie, démontrée par l'expérience : parce que, ſelon l'axiome général, ce qu'il y a de clair & de certain dans une choſe, ne doit pas être abandonné à cauſe de l'obſcur & de l'incertain qui pourroit ſe trouver dans la même choſe. (*Mét.* 11.)

II°. Mais ce phénomene eſt-il auſſi inexplicable & auſſi oppoſé à la théorie du ſon, qu'on a voulu ſe le perſuader ? Non, ſans doute. Deux cordes à l'uniſſon, en réſonnant ſous deux archets différents, doivent à la vérité ne faire frémir qu'une même eſpece d'air dans l'athmoſphere, qu'une même fibre dans l'oreille : & en conſéquence l'ame ne doit ſentir qu'un ſeul ſon, ſi les deux cordes qui l'occaſionnent ont une reſſemblance entiere & parfaite ; en telle ſorte qu'il n'y ait abſolument aucune différence, ni entre leurs parties ſenſibles, ni entre leurs parties inſenſibles. Mais ſi ces deux cordes, aſſez ſemblables en gros & dans leur généralité qui donne leur ton commun, different entre elles dans quelques petites particularités capables de ſe faire ſentir de part & d'autre dans ce ton commun ; l'ame ne doit-elle pas appercevoir &

distinguer dans le ton général & commun qui pourroit se rapporter à une unique cause, quelques modifications un peu différentes qui annoncent une duplicité de cause, & qui sont relatives à deux cordes résonnantes ?

Il n'y a aucune parfaite ressemblance entre deux corps quelconques les plus ressemblants, dans la nature. Il y a toujours, entre deux choses matérielles, quelque traits, quelques linéaments, quelques accidents, qui font que l'une differe de l'autre. Deux cordes de claveſſin ou de violon, ſenſiblement de même longueur, de même épaiſſeur, de même tenſion, ne ſe reſſemblent pas parfaitement dans tout leur être, dans tous leurs pores, dans toutes leurs parties inſenſibles *a n.* (*fig.* 43.)

Ce qu'elles ont de reſſemblance, ſuffit pour qu'elles ébranlent en gros la même eſpece d'air; pour faire qu'elles faſſent chacune ſur l'oreille une impreſſion de même nature en général : voilà le ton commun. Ce qu'elles ont de différence, ſuffit auſſi pour que l'une ébranle quelques molécules aériennes qui échappent à l'autre; pour faire que l'oreille éprouve quelques petites différences de ſenſations dans la ſenſation générale & à l'uniſſon : delà la perception de deux cordes & de deux ſons à l'uniſſon.

FORMATION ET RÉFLEXION DU SON.

777. OBSERVATION. L'air étant un corps d'une élaſticité parfaite, il eſt clair qu'il doit avoir une parfaite réflexibilité. Le ſon conſiſtant dans le frémiſſement de l'air, il eſt clair que le ſon doit avoir la même réflexibilité que le corps

qui le tranſmet. Quoique la réflexibilité de l'air ſe déploie en tout ſens, il eſt clair qu'elle doit ſe déployer principalement dans le ſens oppoſé à la cauſe qui le comprime; & qu'en ſe déployant, elle doit, ſelon les loix générales du mouvement réfléchi, faire des angles de réflexion égaux aux angles d'incidence (397). Delà l'explication d'un petit phénomene connu de tout le monde, & que voici. (*fig.* 35.)

Sous certaines voûtes elliptiques, ſous l'arche de certains ponts, deux perſonnes, placées en A & en B, & tournées en des ſens oppoſés l'une à l'oppoſite de l'autre, s'entendent parler très-diſtinctement; ſans être entendues par une troiſieme perſonne placée au milieu d'elles en M. La raiſon en eſt, que les colonnes vocales A*a*, B*d*, qui partent des deux bouches preſque contiguës à la voûte elliptique, heurtent un air fortement appuyé contre la voûte; & que ces colonnes vocales, faiſant ſucceſſivement des angles de réflexion égaux aux angles d'incidence, ont leur principale direction & produiſent leur principale impulſion dans la ligne briſée A *a b c d* B, B *d c b a* A.

Pour achever de répandre ſur la théorie du ſon, toute la lumiere néceſſaire, nous allons conſidérer l'action & la réflexion du ſon, dans le porte-voix, dans l'écho, dans l'organe de la voix, dans l'organe de l'ouie.

Le porte-voix.

778. DESCRIPTION. Le *porte-voix*, qu'on nomme auſſi *trompette parlante*, eſt un inſtrument par le moyen duquel on donne plus de force &

plus d'étendue à la voix humaine. C'eſt ſouvent un ſimple cone concave : la meilleure maniere de le conſtruire, c'eſt de lui donner d'abord la figure elliptique AEFCHGA, & enſuite la figure parabolique KXMZ. Par ce moyen : (*fig.* 40.)

I°. La bouche, appliquée en A, forme des ſons qui ſe tranſmettent avec force à la maſſe d'air contenue dans la capacité elliptique AC. Cette maſſe d'air, appuyée & retenue par les côtés EF & GH, a le tems d'être fortement comprimée & condenſée, avant de pouvoir s'échapper par l'ouverture C. Or nous avons vu que plus un air ſonore eſt comprimé & condenſé, plus le ſon a de force, plus le ſon s'étend loin. (763.)

II°. Les colonnes vocales ou ſonores AE, AF, AG, AH, faiſant des angles de réflexion égaux aux angles d'incidence, vont toutes ſe réunir & ſe concentrer vers le point ou l'ouverture C. Delà elles vont faire contre la partie parabolique du porte-voix, de nouveaux angles de réflexion en K, en L, en M, en N, qui leur donnent à toutes une direction commune vers l'objet où l'on veut que la voix ou le ſon ſe faſſe principalement ſentir & entendre. Par ce méchaniſme, le ſon de la voix a ſon principal effet dans la direction prolongée ACB : parce que c'eſt dans ce ſens & dans cette direction que l'impulſion de la voix exerce principalement ſon action motrice. (*Math.* 746, 764.)

L'écho.

779. DESCRIPTION. L'écho, cette inviſible

divinité des antres & des rochers, ſi vantée par les poëtes, ſi intéreſſante pour les amants, qui toute voix & toute ſentiment, ſemble ſe tranſformer en ceux qui lui parlent; image fidelle de leurs peines, de leurs triomphes, de leurs jeux & de leurs tranſports; plaintive avec ceux qui ſe plaignent, joyeuſe avec ceux dont la joie éclate, menaçante avec ceux dont le courroux ſe déploie en menaces; l'*écho* n'eſt autre choſe qu'un air réfléchi, dont les vibrations excitées par le corps ſonore, reviennent après un certain tems affecter l'organe de l'ouïe.

Nous avons entendu un écho répéter nettement tout le premier vers de l'Enéide :

Arma Virumque cano, Trojæ qui primus ab oris.

Quand je récite diſtinctement ce vers à voix haute, mon oreille en ſaiſit ſucceſſivement toutes les différentes ſyllables : parce qu'à chaque inſtant l'air modifié par ma voix, frappe mon oreille avec des modifications différentes. Pour que j'entende une ſeconde fois ce même vers, que faut-il? Il faut uniquement que le même air revienne avec les mêmes modifications ſucceſſives, heurter & ébranler les mêmes fibres de mon oreille : or c'eſt ce qui doit arriver par le moyen de l'écho; comme nous allons l'expliquer. (*fig.* 39.)

I°. Soit à une diſtance conſidérable du point A, une caverne BCDEF, tellement configurée que lorſque quelqu'un parle au point A, toutes les colonnes vocales AB, AC, AD, AE, AF, aboutiſſent à de petites ſurfaces ſur leſquelles leur direction ſoit perpendiculaire : ſelon les loix générales de la réflexion des corps élaſtiques, toutes ces

ces colonnes aériennes, preſſées & comprimées contre le plan qui les termine, auront un mouvement commun de réaction vers le point A; puiſque l'angle d'incidence étant droit, l'angle de réflexion eſt parfaitement le même que l'angle d'incidence. Les molécules aériennes qui auront ſucceſſivement heurté la caverne avec un certain genre de frémiſſement, ſeront ſucceſſivement répercutées par la caverne avec le même genre de frémiſſement, lequel ira ſucceſſivement affecter l'oreille en A: voilà la répétition du ſon, voilà l'écho.

II°. Si au point H & au point K ſe trouvent des cavernes ſemblables, on aura en A trois répétitions du ſon; on entendra trois échos. Ainſi, ſi une perſonne forme un cri ou prononce un mot au point A, elle entend d'abord ce ſon, par le frémiſſement que ſa voix imprime aux molécules aériennes: elle l'entend enſuite à différentes repriſes, par la répercuſſion qu'éprouvent ces molécules frémiſſantes, au point K, au point H, au point M. L'écho le plus prochain répete le premier; l'écho le plus éloigné répete le dernier: parce que la propagation du ſon direct ou réfléchi eſt uniforme; & qu'il faut d'autant plus de tems au ſon, ſoit pour aller, ſoit pour revenir, que le terme où il aboutit & qui le réfléchit, eſt plus éloigné. On peut même facilement déterminer l'éloignement de l'écho ou de la concavité réfléchiſſante. Car s'il s'écoule quatre ſecondes, par exemple, entre le ſon direct & le ſon réfléchi; le ſon met deux ſecondes pour atteindre à l'écho, & deux ſecondes pour en revenir: ainſi l'écho eſt éloigné de deux fois 173 toiſes, de celui qui forme le ſon & qui en entend la répétition au point A.

III°. Si les plans réfléchiſſants BCDEF ſe trouvent tous inégalement inclinés ſur les colonnes vocales AB, AC, AD, AE, AF, en telle ſorte que toutes ces colonnes ſoient réfléchies par leurs plans reſpectifs vers un point commun N; l'écho ou la répétition du ſon ſe fera entendre, non au point A, mais au point N. Ainſi dans ce cas, on entendra d'abord le ſon direct en N, par la ligne AN: on entendra enſuite la répétition du ſon, par la ligne AMN.

IV°. Quand il n'y a point de concavité réfléchiſſante au voiſinage de celui qui parle, on n'entend point de répétition ou d'écho: ſoit parce que l'air libre, qui n'eſt point arrêté & captivé, ne ſe comprime pas aſſez fortement pour avoir une réaction ſenſible; ſoit parce que cette réaction, dirigée & diſperſée vers une infinité de points différents par l'irrégulatité des plans réfléchiſſants, ne peut faire nulle part une impreſſion efficace & ſenſible ſur l'organe de l'ouïe. (*fig.* 39.)

V°. Dans les temples, dans les forêts, dans les vallées, ſe trouvent ſouvent des échos: parce que la nature ou l'art y ont ménagé des concavités propres à donner au ſon réfléchi une direction générale & commune vers certains points. L'écho eſt d'autant plus ſenſible, que le ſon primitif eſt plus fort, que la convergence des colonnes ſonores eſt plus générale, & que l'oreille ſe trouve plus près du centre de convergence. L'oreille, placée au point S, entendra l'écho M: mais elle l'entendra beaucoup mieux au point A, où ſe concentre toute l'action des colonnes réfléchies. Il eſt clair que ce centre de convergence des colonnes réfléchies peut ſe trouver ou plus

près ou plus loin de l'écho, que celui qui forme le ſon direct.

VI°. Il y a quelquefois écho d'écho. Par exemple, le ſon formé en A, peut ſe réfléchir en N par l'écho M: ce ſon réfléchi peut trouver en N une concavité qui le réfléchiſſe de nouveau en A. On aura donc en A la répétition du ſon réfléchi, ou écho d'écho.

VII°. Quand on parle auprès d'un écho, l'écho répete également toutes les ſyllabes d'une longue phraſe: pourquoi n'entend-on communément que les dernieres? La raiſon en eſt, que le ſon direct, tant qu'il dure, fait ſur les fibres de l'oreille une impreſſion beaucoup plus forte que le ſon réfléchi; & que l'*impreſſion dominante abſorbe l'attention de l'ame*, & l'empêche d'être ſenſiblement affectée par des impreſſions plus foibles. Mais quand le frémiſſement plus ſenſible, occaſionné aux fibres de l'oreille par le ſon direct, ceſſe; le frémiſſement plus foible, occaſionné aux fibres de l'oreille par le ſon réfléchi, devient l'impreſſion dominante, & l'attention de l'ame s'y porte toute entiere. Delà la perception des dernieres ſyllabes que répete l'écho.

L'ORGANE DE LA VOIX.

780. DESCRIPTION. La voix humaine, cette image ſenſible des penſées, des ſentiments, de toutes les modifications d'une ſubſtance intellectuelle; ce miroir ſublime, qui peint ou doit peindre les ames, pour unir les hommes en ſociéte, pour conſacrer leurs engagements réciproques, pour faire du genre humain une unique famille de freres deſtinés à ſe prêter des ſecours mutuels de lumiere & d'aſſiſtance; la

voix humaine n'eſt qu'un air modifié, que met en jeu la trachée artere, que la langue diviſe, & que perfectionne la concavité de la bouche. (*fig.* 55.)

I°. A l'extrêmité ſupérieure de la trachée artere *Gg Hh* (540. VI°.), ſe trouve une petite ouverture *k*, d'environ une ligne de diametre, de figure ovale, aſſez ſemblable à l'embouchure d'une flûte à bec, & propre à s'ouvrir plus ou moins à volonté : c'eſt la *glotte*. Au-deſſus de cette ouverture eſt placée une petite languette mobile, qu'on nomme *épiglotte*, & qui, en s'abaiſſant ſur la glotte, peut la fermer hermétiquement. La glotte ne ſe ferme entiérement ſous l'épiglotte, que dans l'inſtant où les aliments, ſolides ou liquides, entrent dans l'eſtomac par l'œſophage. Pendant tout le reſte du tems la glotte eſt extrêmement ouverte, pour laiſſer un libre jeu à l'*inſpiration* & à l'*expiration*, qui tranquilles n'impriment aucun frémiſſement ſenſible aux molécules aériennes, dans leur entrée & dans leur ſortie.

II°. Quand nous voulons donner un ſon, ou prononcer un mot, nous commençons par retrécir plus ou moins la glotte *k* : nous pouſſons enſuite avec plus ou moins de véhémence, l'air des poumons dans les ſinuoſités *g*G, *h*H, de la trachée artere. Que doit-il réſulter de là ? L'air des poumons, comprimé dans les ſinuoſités de la trachée artere, ſort avec violence par la glotte, qu'il fait frémir de différentes manieres, & dont le frémiſſement ſe communique & ſe tranſmet à l'air contenu dans la concavité de la bouche. Plus la glotte *k* eſt retrécie, plus l'air qui y paſſe a de rapidité (636) ; & plus l'air a de rapidité

dans ſon paſſage par la glotte, plus le frémiſſement qu'il imprime aux fibres de la glotte, a de fréquence: delà la différence des tons plus ou moins graves, plus ou moins aigus. (749.)

Mais comment & par quel méchaniſme, la glotte produit-elle le ſon? Eſt-ce par un battement alternatif & réciproque des parties qui forment la glotte; battement qu'on pourroit imaginer tel que celui des deux petites langues qui forment l'anche d'un hautbois ou d'un baſſon? Eſt-ce par un ſimple frémiſſement dans un faiſceau de fibres plus ou moins tendues autour de la glotte; frémiſſement propre à donner des tons d'autant plus graves ou plus aigus, que ces fibres, ſuſceptibles de différents degrés de tenſion, auroient plus ou moins de longueur?

Preſque tous les phyſiciens opinoient que le ſon étoit produit par le battement alternatif des deux demi-ellipſes de la glotte, l'une contre l'autre: mais M. Ferrein a fait évanouir cette opinion. Cet ingénieux phyſicien obſerva que le contour elliptique de la glotte *k*, étoit formé d'un faiſceau de fibres ſuſceptibles de différente tenſion. Il ſoupçonna que l'air, élancé des poumons, imprimoit à ces fibres, un frémiſſement plus ou moins fréquent & rapide, ſelon leurs différents degrés de tenſion, ſans occaſionner aucun battement alternatif entre les deux demi-ellipſes de la glotte. Ce n'étoit qu'un ſoupçon: l'expérience le convertit en certitude, en cette maniere. Il prit la trachée artere d'un cadavre qui venoit d'expirer; & avec un ſoufflet, il fit paſſer l'air, de la trachée artere dans la glotte, que l'on vit produire le ſon, ſans aucun battement de ſes parties ou de ſes deux demi-ellipſes

l'une contre l'autre. Il ſuit delà qu'on doit regarder l'organe de la voix, comme un inſtrument à vent & à cordes.

III°. Le ſon, formé par le frémiſſement des fibres qui forment la glotte, ſe modifie & ſe perfectionne dans la concavité de la bouche, par l'inflexion de la langue & par le mouvement des levres. La concavité de la bouche eſt pour les fibres de la glotte, ce que la caiſſe d'un violon eſt pour les cordes qu'elle ſoutient : elle rend le ſon plus ſenſible, plus fort, plus harmonieux. Le jeu de la langue & des levres, en diviſant à propos le ſon continu de la glotte, le transforme en articulations, en voix humaine. L'ouverture du nez, en donnant paſſage à l'air ſonore de la bouche, contribue auſſi pour beaucoup à l'amépité de la voix. Quand le nez eſt bouché, on donne un ton nazal, qui déplaît : de ſorte que ce qu'on appelle *parler du nez*, eſt préciſément une contre-vérité phyſique.

Les perroquets, dont la langue eſt capable de quelques mouvements aſſez ſemblables à ceux de la langue humaine, ne prononcent des ſons articulés, que parce que les inflexions de leur langue peuvent diviſer à propos les ſons formés par leur glotte. La plupart des animaux ne ſont point capables d'articuler : parce que leur langue & leur bouche n'ont pas un jeu aſſez aiſé, pour opérer d'une maniere convenable cette diviſion des ſons. Les muets ne peuvent parler, quoique ſouvent ils donnent un cri ; parce que leur langue, liée ou mal configurée, n'eſt pas propre à diviſer & à modifier ce cri.

L'ORGANE DE L'OUIE.

781. DESCRIPTION. L'oreille humaine eſt compoſée de pluſieurs parties principales, qui ſont l'aile, la conche, le conduit auditif, le tympan, la caiſſe du tambour, le labyrinthe, le limaçon, le nerf auditif. (*fig.* 49.)

I°. L'*aile de l'oreille* eſt la partie ſaillante & viſible AB : évaſée, elle diſpoſe le ſon à s'entonner facilement dans la conque & dans le conduit auditif. En penſant à l'utile, la nature n'a point oublié l'agréable : l'oreille termine avantageuſement la face de part & d'autre ; & elle a ſes graces naturelles, ſans le ſecours de ces brillantes pierreries qu'y ſuſpend le luxe, & qui ſont ſouvent d'un bien plus grand prix que la perſonne qui les porte.

II°. La *conque* eſt cette cavité viſible ACB, que forme l'aile de l'oreille à fleur de tête, & qui eſt placée devant le conduit auditif CD. Ce nom lui vient de la reſſemblance qu'elle a avec une coquille de mer, qui ſe nomme en latin *concha*.

III°. Le *conduit auditif* CD eſt un canal cartilagineux, qui part de la conque, & qui aboutit au tympan. Il eſt tapiſſé dans toute ſon étendue, d'une tunique mince, qui vient de la peau, & qui ſe continue juſque ſur la membrane du tympan.

IV°. Le *tympan* eſt une membrane mince, ſeche, tranſparente, concave du côté du conduit auditif, & convexe du côté interne de l'oreille. Un phyſicien Anglois perça le tympan à un chien : cet animal entendoit très-bien, malgré la perte de cette membrane dans l'une & l'autre oreille ; mais le moindre bruit le faiſoit ſouffrir.

Il réſulte de cette expérience, que le tympan n'eſt pas le principal organe, l'organe eſſentiel, de l'ouïe.

V°. La *caiſſe du tambour* eſt une cavité DEFR, pleine d'air. Cette cavité communique avec la bouche par un canal F*f* qu'on nomme *la trompe d'Euſtache :* de ſorte que l'air du tambour, communiquant toujours avec l'air extérieur, eſt toujours en équilibre avec l'air qui remplit le conduit auditif. L'air du tambour n'a aucune communication immédiate avec l'air du conduit auditif: parce que le tympan n'a aucune ouverture qui puiſſe donner cette communication. Dans la caiſſe du tambour ſe trouvent quatre oſſelets, qu'on appelle, à cauſe de leur figure, *l'os orbiculaire* 1, *l'étrier* 2, *l'enclume* 3, le *marteau* 4: une partie de celui-ci, qu'on nomme *le manche*, aboutit au centre du tympan, & ſert à le tendre plus ou moins en dedans: on ignore la deſtination des autres.

VI°. Le *labyrinthe* eſt une cavité de figure irréguliere, ſituée derriere la caiſſe du tambour dans la partie plus intérieure de l'oreille. Cette cavité comprend d'abord le *veſtibule* G, enſuite les trois *conduits ſémi-circulaires* H, I, K, enfin l'ouverture *r* du limaçon *r*L.

VII°. Le *limaçon* (*fig.* 51), eſt un cône un peu écraſé MNX, enveloppé d'un conduit *abcde*, qui comme un pas de vis, fait à peu près deux ſpires & demie autour de ce cône. Comme ce conduit *abcde* eſt le principal organe de l'ouïe, il mérite qu'on en donne une deſcription plus détaillée. (*fig.* 53, 51.)

Ce conduit qui va en s'étréciſſant en forme de cône, depuis la baſe *mn* juſqu'à la pointe *x*, eſt

diviſé par le milieu dans toute ſa longueur *sx*, en deux canaux bien ſéparés *m* & *n*, par une cloiſon membraneuſe *st*. Les fibres de cette cloiſon *st*, qu'on nomme la *Lame ſpirale*, partent de l'axe VX du limaçon, & vont ſe rendre en dehors dans le milieu du conduit ſpiral qu'elles diviſent; comme les rayons d'un cercle ſe rendent du centre à la circonférence.

Lorſqu'on examine la longueur de ces fibres qui forment la lame ſpirale, on remarque que cette longueur diminue depuis la baſe juſqu'au ſommet du limaçon MNX : de ſorte que cette membrane *st*, prolongée juſqu'à l'axe du limaçon, eſt comme une zone triangulaire PQ (*fig.* 52, 50.), compoſée d'une foule innombrable de petites cordes tendues *mn*, de diverſe épaiſſeur & de différente longueur, comme ſont celles d'un claveſſin. Ce conduit, diviſé en deux canaux par la lame ſpirale, ou par la membrane dont nous parlons, a deux orifices ſéparés (*fig.* 53), dont l'un *m* aboutit au veſtibule du labyrinthe; & l'autre *n*, à la caiſſe du tambour.

VIII°. Le *nerf auditif* rO, eſt un faiſceau de fibres, diviſé en pluſieurs branches, qui part du cerveau où eſt le ſiege de l'ame, & qui s'épanouit dans toutes les parties du labyrinthe. Il eſt vraiſemblable que chaque fibre du nerf auditif aboutit à une fibre analogue de la lame ſpirale, pour en prendre le frémiſſement, & pour le tranſmettre au ſiege de l'ame.

APPLICATION GÉNÉRALE.

782. RÉSULTAT. Voici donc en précis, comment & par quel méchaniſme s'opere la perception des différents ſons.

I°. Le corps ſonore imprime des vibrations aux molécules aériennes d'égale vibratilité, leſquelles aboutiſſent en colonne ou en cône, depuis le point ſonore juſqu'à l'oreille. (*fig.* 49.)

II°. L'oreille évaſée ABC répond à une grande quantité de molécules frémiſſantes, & dont le frémiſſement ſe concentre dans la maſſe décroiſſante d'air CD, qui aboutit au tympan bien tendu.

III°. Le frémiſſement de l'air extérieur qui heurte contre le tympan, communique ſon frémiſſement à l'air analogue enfermé dans la caiſſe du tambour; & cette eſpece d'air qui frémit dans la caiſſe du tambour EFR, fait frémir comme elle la fibre de la lame ſpirale qui ſe trouve préciſément à ſon uniſſon, ſans communiquer ſon frémiſſement aux autres fibres plus longues ou plus courtes de la même lame ſpirale, qui ne ſont point à ſon uniſſon. (758.)

IV°. Le frémiſſement iſolé & caractériſé de telle fibre de la lame ſpirale L*r*, ſe communique à quelque fibre analogue & correſpondante du nerf auditif *r*O, laquelle aboutiſſant au ſiege de l'ame, lui occaſionne la ſenſation de tel ſon. (*Mét.* 176, 480.)

V°. Quand pluſieurs ſons différents ſe font entendre à la fois, pluſieurs eſpeces d'air ont leur frémiſſement iſolé hors de l'oreille & dans l'oreille; ce qui occaſionne le frémiſſement ſimultané de différentes fibres analogues *mn*, *mn*, de la lame ſpirale (*fig.* 52, 50): delà la perception ſimultanée de différents tons.

783. REMARQUES. I°. Les perſonnes âgées ont ſouvent l'ouïe dure & difficile. Ce vice peut venir de ce que le tympan eſt, ou trop lâche,

ou trop roide : dans l'un & dans l'autre cas, il faut beaucoup de force aux vibrations de l'air, pour imprimer un frémiſſement ſenſible à cette membrane. On a imaginé avec ſuccès pour ces ſortes de perſonnes, des *cornets acouſtiques* ABC, propres à conduire une grande quantité de rayons ou de colonnes ſonores dans leur oreille. (*fig.* 46.)

Par ce moyen, toutes les colonnes aériennes qui aboutiſſent à la capacité BC, ſont dirigées dans l'oreille placée en A ; & le tympan affecté d'une grande quantité de colonnes frémiſſantes, reçoit par ce moyen une impreſſion plus forte & plus ſenſible. Ces cornets, ouverts en A, doivent être revêtus en dehors d'une petite pellicule, propre à en empêcher le frémiſſement, qui produiroit un petit ſon ou bruit à part, & qui troubleroit la perception du ſon direct.

II°. Il y a, dit-on, des perſonnes qui entendent très-diſtinctement certains ſons, *ut* par exemple, & qui n'entendent point certains autres ſons *la ;* quoique ces derniers ſoient auſſi ſenſibles, ou même plus ſenſibles que les premiers. Cette biſarre ſingularité, ſi elle eſt bien réelle, paroît avoir pour cauſe, le vice de certaines fibres de la lame ſpirale. (*fig.* 52, 50.)

Que dans la lame ſpirale, la fibre qui eſt à l'uniſſon avec *ut*, ſoit bien conſtituée ; & que la fibre qui eſt à l'uniſſon avec *la*, ſoit obſtruée ou oſſifiée : la premiere frémira, & donnera la perception du ton *ut ;* la ſeconde ne pourra frémir, & ne donnera nullement la perception du ton *la.*

III°. La ſurdité peut avoir pour cauſe, ou différentes obſtructions qui empêchent la com-

munication du conduit auditif avec le tympan, du tambour avec le labyrinthe, du labyrinthe avec le limaçon; ou différents vices dans la lame ſpirale, dans le nerf auditif: ces organes pouvant, ou ſe diſtendre totalement, ou s'oſſifier, ou s'altérer & ſe détruire en mille manieres. (*fig.* 49.)

IV°. On voit quelquefois les perſonnes dures d'oreille, ouvrir la bouche pour mieux entendre. La raiſon en eſt, que les vibrations de l'air extérieur qui tranſmet le ſon, peuvent ſe communiquer à l'air du tambour en deux manieres & par deux voies; ſavoir, par le conduit auditif CD, qui aboutit au tympan; & par la trompe d'Euſtache F*f*, par où l'air du tambour communique avec l'air de la bouche.

Quand la bouche eſt ouverte, l'impreſſion du ſon affecte plus aiſément & plus ſenſiblement l'air contenu dans cette trompe & dans la caiſſe du tambour. Delà un plus fort frémiſſement dans l'air du tambour analogue au ſon actuel; un plus fort frémiſſement dans la fibre de la lame ſpirale, analogue à l'eſpece d'air qui frémit dans l'oreille; un plus fort frémiſſement dans la fibre du nerf auditif *r*O, qui aboutit au ſiege de l'ame, & qui lui occaſionne la perception ſpirituelle du ſon matériel par lequel ſont actuellement affectés les organes du corps auquel elle préſide. Tel eſt en précis l'admirable méchaniſme par lequel s'opere la perception du ſon.

Après avoir obſervé l'*élément de l'air*, & dans ſa nature, & dans les phénomenes du Son, il nous reſte à l'examiner & à le ſuivre dans le brillant ſpectacle des Météores; & c'eſt par là que nous allons débuter dans le volume ſuivant.

FIN DU SECOND VOLUME.

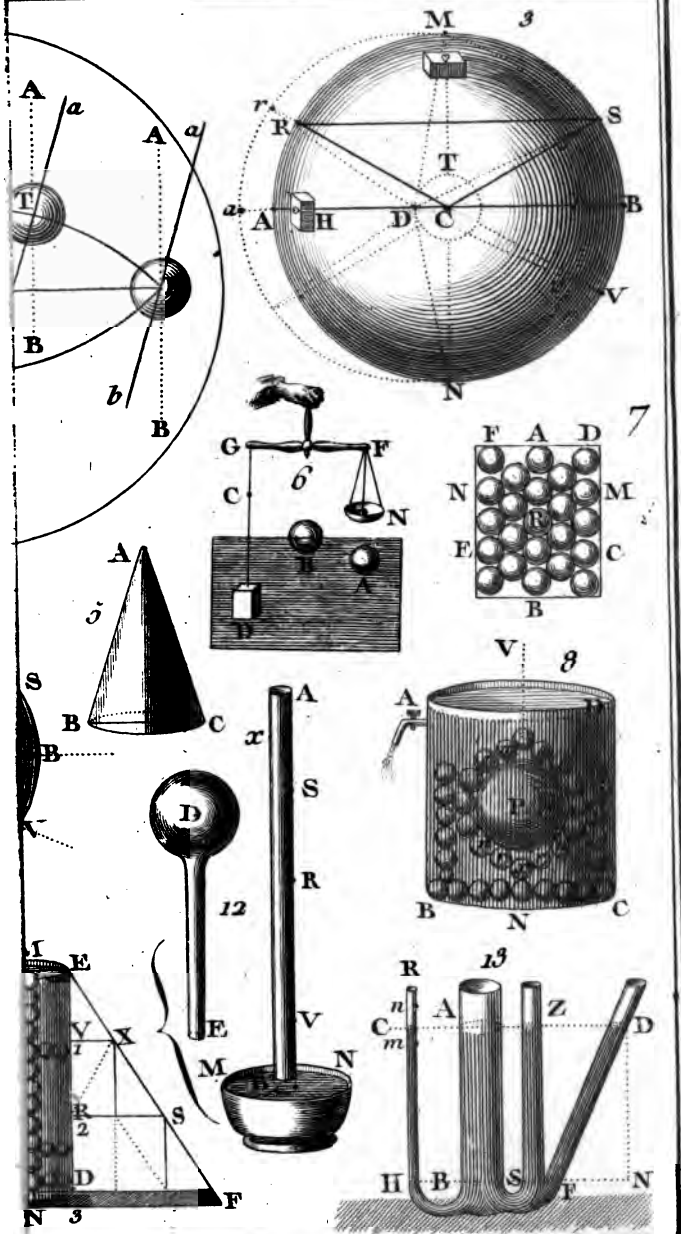
Pages.	Lignes.	FAUTES A CORRIGER.	
		Fautes.	*Liſez*
9	2	L'eſpace immenſe *s*	L'eſpace immenſe,
16	2	de l'équateur vers les poles.	entre l'équateur & les poles,
18	34	compact & peſant,	compacte & peſant,
33	18	& diſſiper : c qui	& diſſiper : ce qui
35	34	élevée de 55 toiſes	élevée de 45 toiſes
72	30	5808 ou 7572 ans	5768 ou 7125 ans
83	2	OBSERVATION II.	OBJECTION II.
86	14	environ 1186 ans	environ 779 ou 830 ans
96	26	environ 1764 ans	environ 1357 ans
129	20	depuis les côtés	depuis les côtes
135	19	d'objets ſi diſparates,	d'objets ſi diſparats,
253	7	dont elles s'impregne	dont elle s'impregne
264	26	(de θερμη, calidus)	(de θερμος, calidus)
269	34	Les fruits l'été	Les fruits de l'été
278	27	*aquæ aptandornm*	*aquæ aptandorum*
289	26	*qu'à la ſurface*	*qu'a la ſurface*
292	6	Quoique le remous	Quoique ce remous
323	22	moins d'effort pour	plus d'effort pour
371	9	ſouterrein BSA. Canal	ſouterrein BSA ; canal
418	32	& de μετρον, *menſura.*	& de μετρον, *menſura*
463		moins haute. DA ;	moins haute DA,
530	0	un même eſpace d'air	une même eſpece d'air
532	7	Mais le ton ne conſiſte	Mais le ſon ne conſiſte

Page 99. Dans la Table chronologique des premiers âges, nous n'avons fait aucune mention de la chronologie du texte ſamaritain : parce que cette chronologie eſt généralement moins connue & moins ſuivie que les deux autres. Si on veut cependant en avoir une idée, on la trouvera ici en peu de mots.

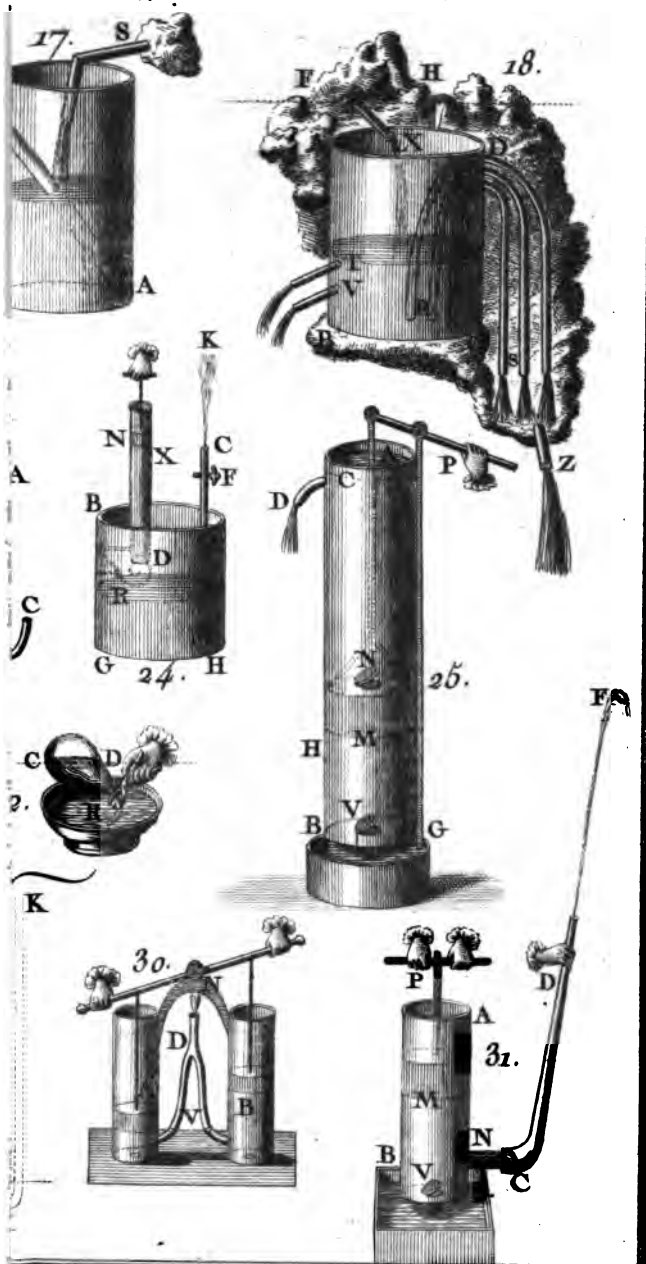
Selon le texte Samaritain, Adam devint pere à 130 ans ; Seth, à 105, Enos à 90 ; Caïnan à 70 ; Malaléel, à 65 ; Jared, à 62 ; Henoch, à 65 ; Mathuſalem,

à 67; Lamech, à 53; Noé, à 500; Sem, à 10
phaxad, à 135; Salé, à 130; Heber, à 134; P
à 130; Reu, à 132; Sarug, à 130; Nachor
Tharé, à 70; Abraham, à 100; Isaac, à 60. (
page 19.)

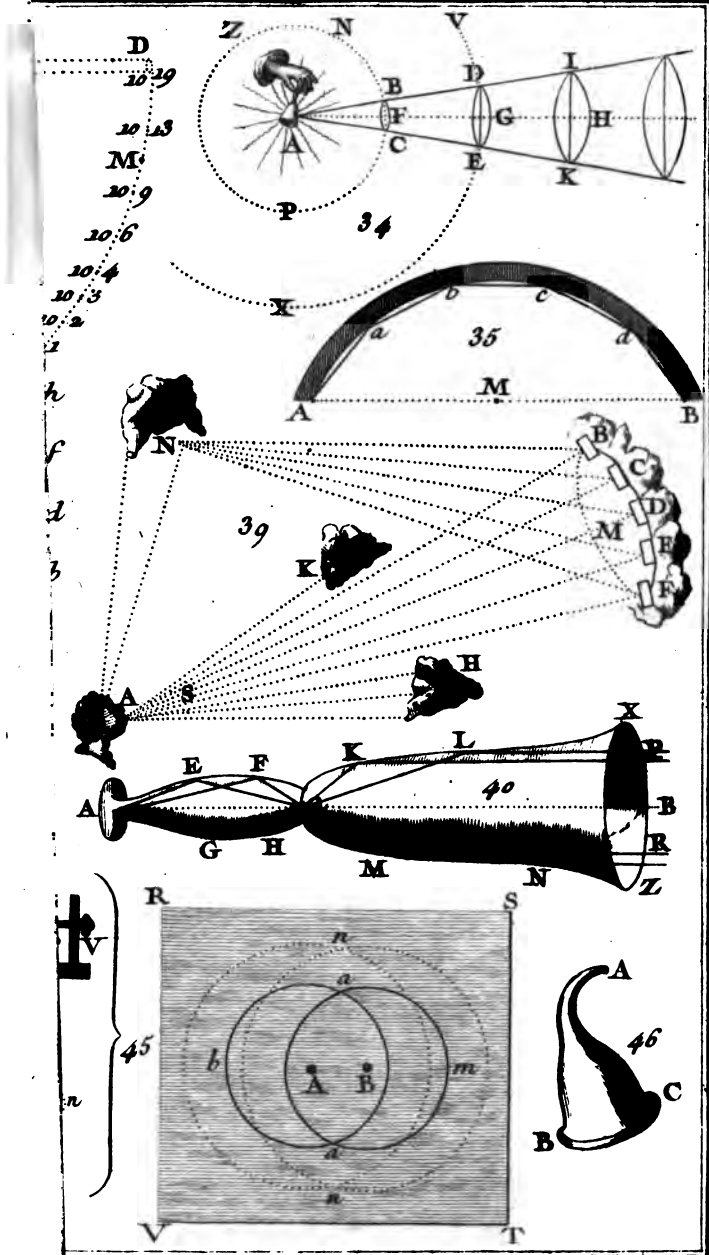
Pages 413 & 473. La hauteur moyenne du
mettre *au niveau de la mer*, en France, en Angle
en Italie, dans l'Inde, en Chine, au Cap de Bo
Espérance, en Amérique, dans toute la Terre,
27 pouces 10 ou 11 lignes. La *hauteur moyenn*
même Barometre est de 27 pouces 6 lignes dans la
de l'Observatoire royal à Paris; de 17 pouces 5 lig
au sommet du Pic de Ténériffe; de 20 pouces
gne dans la ville de Quito; de 15 pouces 11 li
au sommet pierreux du mont Pichincha dans le P
(1063); de 19 pouces & environ 8 lignes, au
met de quelques montagnes des Alpes, où on
faites des observations dans ces dernieres an
(1417).



de la Gardette Sculp. 5.

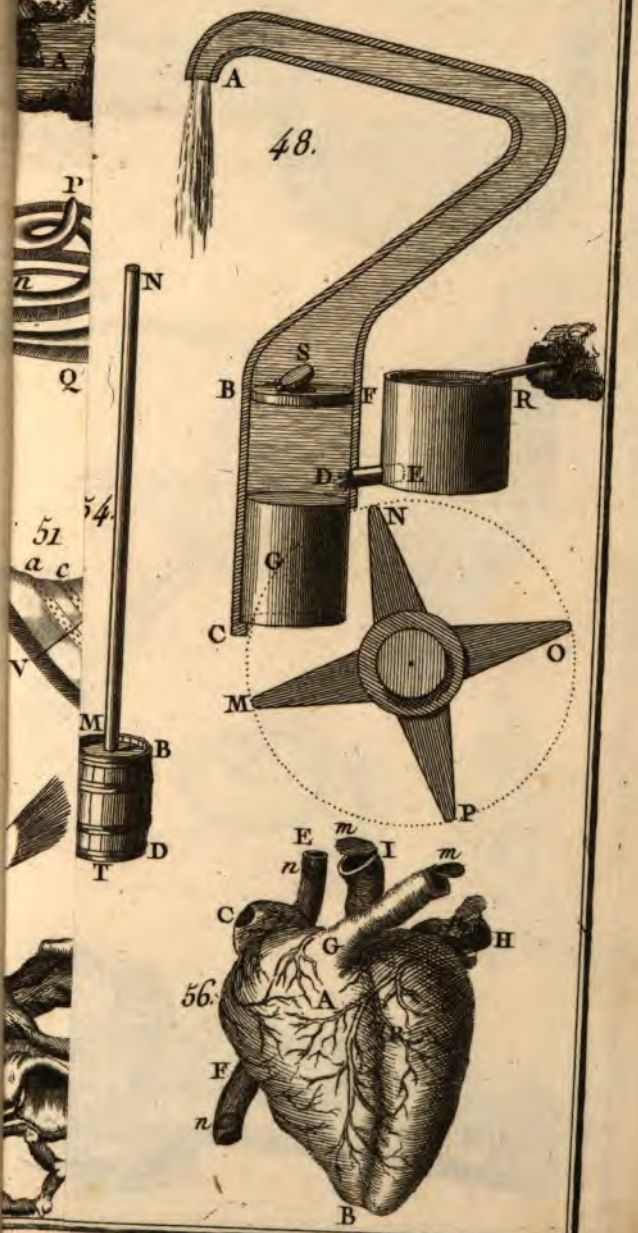


de la Gardette Sculp. 6.



de la Gardette Sculp.

Pl. IV. d.re



de la Gardette Sculp.